Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfaßt alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenschaft versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. – Neben diesem ihrem hauptsächlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetischen Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezogenen Pädagogik und Literaturwissenschaft. -

La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan natursciencon, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kulturscienca j metodoj. Apartenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri „artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatisikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. - Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboraĵoj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciaĵoj. -

Cybernetics of Social Systems comprises all those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics), *aesthetics of information* and *cybernetic educational theory*, *cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic, social* and *juridical cybernetics*. – In addition to its principal areas of interest, the GrKG/HUMANKYBERNETIK offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics, cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles ("idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intélligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue HUMANKYBERNETIK s'occupe – par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire – également des trois autres champs de la science cybernétique: la biocybernétique, la cybernétique de l'ingénieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concernent la cybernétique.

ISSN 0723–4899

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines



HUMANKYBERNETIK

Inhalt * Enhavo * Contents * Matières

Band 24 * Heft 2/83



Gunter Narr Verlag Tübingen

Die Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft (GrKG/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max Bense, Gerhard Eichhorn und Helmar Frank begründet. Sie sind z.Zt. offizielles Organ folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:

Institut für Kybernetik Berlin e.V. (Direktor: Prof. Dr. Uwe LEHNERT, Freie Universität Berlin)

LBA - Deutsche Liga zur Bekämpfung frühzeitiger Alterserkrankungen (Präsident: Prof. Dr. med. Bernd FISCHER, Universität Heidelberg und Mannheim)

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines

grkg
HUMANKYBERNETIK

Inhalt * Enhavo * Contents * Matières **Band 24 * Heft 2/83**

Gunter Narr Verlag · Stauffenbergstraße 42 · Postfach 2567 · 7400 Tübingen

Verlag und Anzeigenverwaltung | *Eldonejo kaj anoncadministrejo* | Publisher and advertisement administrator | *Edition et administration des anonnces*

Gunter Narr Verlag
Stauffenbergstraße 42, Postfach 2567, D-7400 Tübingen 1, Tel. (0049- /0-)7071 - 24156

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember). Redaktionsschluß: 1. des Vormonats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1. Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z.Zt. gültige Anzeigenpreisliste: Nr. 3 vom 1.1.1982.

La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝadas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la 1-a de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redaktejo, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Validas momente la anoncprezlisto 3 de 1982-01-01.

This journal appears quarterly (every March, June, September and December). Editorial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set out on the third cover page) to the editorial board, subsription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements: List no. 3 dated 1-1-82.

La revue paraît trimestriellement (en mars, juin, septembre, décembre). Date limite pour la rédaction: le 1er du mois précédent. - L'abonnement se renouvellera automatiquement pour un an, sauf révocation reçue au plus tard le 1er décembre. - Veuillez envoyer, s.v.p., des manuscrits (suivant les indications sur la troisième page de la couverture) à l'adresse de la rédaction, des abonnements et des commandes d'annonces à celle des éditions. - Le tarif actuel en vigueur est celui des annonces du 1982-01-01.

Druck: Müller + Bass, Tübingen

ISSN 0723-4899

grkg/Humankybernetik
Band 24 · Heft 2 (1983)
Gunter Narr Verlag Tübingen

Informationstheoretische Ansätze zur Beschäftigung des Patienten

von Christoph LANG, Erlangen (D)

aus der Neurologischen Universitätsklinik Erlangen (Kommissarischer Direktor: Prof. Dr. H. Daun)

Die Anwendung informationstheoretischer Modelle auf Psychologie und Medizin hat das Verständnis dafür geschärft, daß nicht nur Art, Klasse und Menge rezipierter Ereignisse und vollzogener Aktionen Erleben und Leistung bestimmen, sondern auch ihre raumzeitliche Struktur und Komplexität, ihr Neuigkeitswert in der Sender-Empfänger-Interaktion, somit ihr Informationsgehalt. Die quantifizierende Betrachtungsweise von vordem mehr qualitativ Beschriebenem hat Mathematik und Statistik zu größerer Bedeutung auch für die Beurteilung und Beeinflussung des einzelnen Patienten verholfen.

Es ist eine in der Kognitionspsychologie seit langem bekannte Tatsache, daß die subjektive Wertung von Reizmaterial als „interessant" oder „schön" etwas mit dem Informationswert zu tun hat. So fand z.B. Werbik (1971) einen – allerdings komplizierten – Zusammenhang zwischen bestimmten Eindrucksqualitäten und der rhythmisch/melodischen Unbestimmtheit von Melodien, Lang (1977) eine hohe positive Korrelation zwischen an Information zunehmender sequentieller Struktur einfacher akustischer Reize und dem subjektiven Interesse. Interindividuell variabel ist dabei der Sättigungspunkt, über den hinaus eine weitere Informationszunahme zur Umkehr der erwähnten Beziehung führt, was sich graphisch in Form einer U-förmigen Relation niederschlägt (Bild 1). Das Interesse des Patienten zu wecken und auf einem möglichst günstigen Niveau zu erhalten muß aber Aufgabe einer aktivierenden und motivierenden Behandlungsstrategie sein (Mittenecker und Raab 1973, Mittenecker 1965).

Daß selbstverständlich auch visuell-räumliche Strukturen einer informationstheoretischen Betrachtung zugänglich sind, wurde bereits vor Jahrzehnten von u.a. Attneave (1954) und Vanderplas und Garvin (1959) gezeigt, wobei im Prinzip ähnliche Zusammenhänge gefunden wurden. Desgleichen konnte Berlyne (1958) feststellen, daß Orientierungs- und Explorationsverhalten als objektiv registrierbares Verhaltenskorrelat von „Neugierde" durch den Komplexitätsgrad optischer Vorlagen im Sinne verlängerter Fixation und gesteigerten subjektiven Interesses beeinflußt werden.

Eine für den klinischen Bereich ebenfalls bedeutsame Variable stellt das Zeiterleben dar, das nicht nur von An- oder Abwesenheit und Anzahl z.B. akustischer Reize, sondern auch von deren Informationsgehalt beeinflußt wird. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die von Vroon (1970) gemachte Beobachtung, daß eine aktiv Information umsetzende Versuchsperson eine bestimmte Zeitspanne kürzer („kurzweiliger") erlebt, als eine andere, die Information lediglich „passiv" verarbeitet. Dies stimmt mit den Ergebnissen Fraisses (1974) überein, die besagen, daß mit anspruchsvollerer und komplexerer Tätigkeit die subjektive Zeitdauer abnimmt. Die für

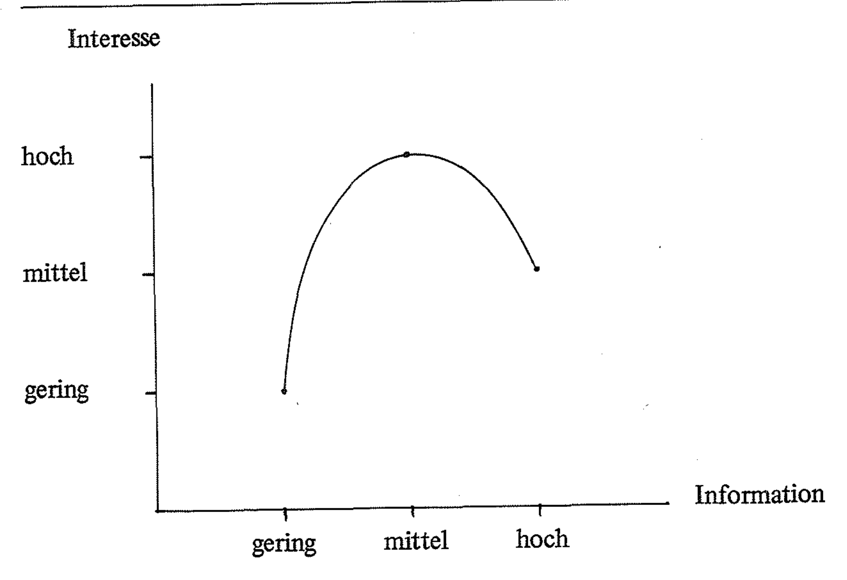


Bild 1

die Beschäftigung von Patienten hieraus ableitbaren Schlußfolgerungen liegen auf der Hand – man denke an „Warte"-Zimmer und Krankenstationen.

In einer Kommunikations- und Interaktionssituation ist die Transinformation (etwa nach dem Paradigma des Klavierspielens oder Schreibmaschineschreibens: Attneave 1974) als Maß des Informationsumsatzes besonders wesentlich. Die Fähigkeit, Informationen aufzunehmen und nach Umstrukturierung (Recodierung) wieder- und weiterzugeben stellt ein besonders empfindliches Kriterium neuraler Leistungsfähigkeit dar und ist für die Rückmeldung über das Ausmaß verarbeiteter Information von großer Wichtigkeit (Bredenkamp und Graumann 1973).

Auch hierbei muß mit einem angenähert U-förmig verlaufenden Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgang gerechnet werden, der außer für Individuen in leicht modifizierter Form auch für Gruppen und Institutionen gilt: die Informationsgrößen in einer Reiz-Reaktionsaufgabe zeigen einen anfangs nahezu linearen input-output-Zusammenhang, der einen beim Gesunden im Bereich von ca. 4 bis 6 bit/sec. liegenden Gipfelpunkt erkennen läßt, um bei weiterer Transinformationszunahme langsam wieder abzufallen. Das dabei zu erzielende Plateau, die maximale Kanalkapazität, nimmt mit der Anzahl informationsverarbeitender Komponenten ab (Miller 1963).

Beim Biofeedback, bei dem eine primär nicht vorhandene oder sekundär zerstörte interne Rückkopplung durch eine externe ermöglicht oder ersetzt wird, ist eine Abhängigkeit des Erfolges vom Ausmaß der rückgemeldeten Information nachgewiesen; auch die Etablierung einer optimalen Patienten-Compliance ist von einer sorgsam gesteuerten Informationsrückmeldung abhängig (Lehrl 1982).

Die Bestimmung individuell verschiedener und krankhaft veränderter Kanalkapazitätsmaxima dürfte zu den zukünftigen Aufgaben einer informationstheoretisch orientierten Neurophysiologie und Neuropsychologie gehören. Zu denken wäre dabei an Zustände wie Altersinvolution, Oligophrenie, Demenz oder traumatische Hirnschädigung, bei denen patientenspezifische „Kennlinien" nach Art des Bildes 1 zu ermitteln wären. Eine gewisse Hilfestellung könnte dabei die in den letzten Jahren enorm verfeinerte Methode der ereigniskorrelierten Potentiale darstellen, die eine neurophysiologische Entsprechung zum Informationswert (Neuigkeit, Überraschung) auch komplexerer, z.B. sprachlicher, Reize zu liefern vermögen (Hillyard und Woods 1979).

Eingehendere Kenntnisse über die neuroanatomischen und -physiologischen Grundlagen der Informationsverarbeitung im Gehirn haben die Aufmerksamkeit zunehmend auf topisch unterschiedliche Verarbeitungsmodi (simultan-sukzessiv, analytisch-synthetisch, verbal-nichtverbal) als Ausdruck der funktionellen Hemisphärenasymmetrie gelenkt. Diese Spezialisierung bringt es mit sich, daß die Verarbeitung verschiedener Aspekte des gleichen Materials in unterschiedlichen Hirnregionen erfolgen kann („dual processing"), ebenso wie es möglich ist, daß zwei verschiedenartige Prozesse um dasselbe Hirnareal konkurrieren. Informationsabhängig kann sich dieser Vorgang auf zwei verschiedene Arten auswirken: Eine bestimmte Aufgabe wird bei niedrigem Komplexitätsgrad durch Aktivation einer Hemisphäre die Lösung einer anderen gleichzeitig gegebenen Aufgabe erleichtern – etwa sprachliche Äußerungen einfache durch die ebenfalls dominante Hemisphäre vermittelte motorische Verrichtungen wie ungerichtete Augen- und Handbewegungen –, solange die „Bahnungsaufgabe" nicht derart große Kapazitäten erfordert, daß die andere Tätigkeit behindert wird. Dies ist bei der zweiten Möglichkeit der Fall, wenn die motorische Tätigkeit derart komplex ist (z.B. rhythmisiertes Fingerklopfen), daß gleichzeitiges Sprechen mit der Bewegung der dominanten Hand interferiert, während nichtverbale Aktivitäten (z.B. Summen) eher mit Bewegungen der nichtdominanten Hand interferieren (Moscovitch 1979).

Obwohl es noch sehr wenige fundierte Untersuchungen zum Informationsgehalt motorischer Vollzüge und deren Verarbeitungsinterferenz mit anderen Tätigkeiten gibt, zeichnen sich doch einige Anwendungsmöglichkeiten ab – und sei es nur durch Interferenzvermeidung – die in der neurologischen Rehabilitation nutzbar gemacht werden können. So konnten etwa Sturm et al. (1981) zeigen, daß bei hirngeschädigten Patienten mit psychomotorischer Verlangsamung ein die Komplexität der Aufgabe systematisch steigerndes Trainingsprogramm zu einer signifikanten Leistungssteigerung führte, die einen gewissen Generalisierungseffekt zeigte. Bisherige Ergebnisse sprechen gegen die Annahme eines einzigen zentralen Informationsprozessors und favorisieren die Vorstellung einer ganzen Anzahl spezifischer Prozessoren und Speicher, die von jeweils begrenzter Kapazität sind, gleichzeitig und parallel zueinander arbeiten können und komplex miteinander interagieren. Diese Erkenntnisse haben das Augenmerk erneut auf den spezifischen Beitrag bestimmter Hirnteile – etwa der Frontallappen (Perret 1974) – für die Koordinierung von Informationsbeantwortung und -aufnahme gelenkt. Auch die Frage der optimalen Eingangsmodalität zur Informationsvermittlung (akustisch, optisch, taktil etc.) insbesondere im Hinblick auf hirnfokale Defizite, findet neue Beachtung. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Beobachtung, daß amnestische Patienten offensichtlich über motorische Vollzüge und die damit verbundene propriozeptive Rückmeldung noch in der Lage sein können, Informationen zu speichern, d.h. zu lernen.

Die Grenzen mathematisch-statistischer Reduktion sollen jedoch stets gegenwärtig bleiben: Subjektiver Zeichenvorrat, Lebensrelevanz bestimmter Tätigkeiten und inhaltlich-semantische Fragen sind oft genug unbekannte und schwerlich zu quantifizierende Größen. Hier beginnt das weite Feld interpersonaler Verantwortung, persönlichen Ein-

fühlungsvermögens und Engagements, das der Arzt-Patientenbeziehung ein besonderes Gepräge verleiht und breiten Gestaltungsmöglichkeiten Raum läßt (Bredenkamp und Graumann 1973).

Schrifttum:

Attneave, F. (1954): Some informational aspects of visual perception. Psychol. Rev. 61: 183-193.

Attneave, F. (1974): Informationstheorie in der Psychologie – Grundbegriffe, Techniken, Ergebnisse. Aus dem Englischen von H. Richter und I. Kohler. Huber: Bern, Stuttgart, Wien 3. Auflage.

Berlyne, D.E. (1958): The influence of complexity and novelty in visual figures on orienting responses. J. exp. Psychol. 55: 289-296.

Bredenkamp, J., Graumann, C.F. (1973): Möglichkeiten und Grenzen mathematischen Verfahrens in den Verhaltenswissenschaften. In: H.-G. Gadamer, P. Vogler (Hrsg.) Psychologische Anthropologie (Neue Anthropologie Band 5). Thieme: Stuttgart, pp. 51-93.

Fraisse, P. (1974): Zeitwahrnehmung und Zeitschätzung. In: W. Metzger, H. Erke (Hrsg.) Handbuch der Psychologie. 1. Band: Wahrnehmung und Bewußtsein. Hogrefe: Göttingen, pp. 656-690.

Hillyard, S.A., Woods, D.L. (1979): Electrophysiological Analysis of Human Brain Function. In: M.S. Gazzaniga (Hrsg.) Handbook of Behavioral Neurobiology, Vol. 2: Neuropsychology. Plenum: New York, London, pp. 345-378.

Lang, C. (1977): Zeitschätzung in Abhängigkeit von Informations- und Ereignisdichte akustischer Signale. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Psychologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg.

Lehrl, S. (1982): Informationsübermittlung und Compliance. In: B. Fischer, S. Lehrl (Hrsg.) Patientencompliance. Boehringer: Mannheim, pp. 77-92.

Miller, J.G. (1963): The Individual as an Information Processing System. In: W.S. Fields, W. Abbot (Hrsg.) Information Storage and Neural Control. Thomas. Springfield, pp. 301-328.

Mittenecker, E. (1965): Motivation und Information. In: H. Thomae (Hrsg.) Handbuch der Psychologie, 2. Band: Allgemeine Psychologie, II. Motivation. Hogrefe: Göttingen, pp. 737-758.

Mittenecker, E., Raab, E. (1973): Informationstheorie für Psychologen. Huber: Bern, Stuttgart, Wien.

Moscovitch, M. (1979): Information Processing and the Cerebral Hemispheres. In: M.S. Gazzaniga (Hrsg.) Handbook of Behavioral Neurobiology, Vol. 2: Neuropsychology. Plenum: New York, London, pp. 379-446.

Perret, E. (1974): Forschung in klinischer Neuropsychologie. In: W.J. Schraml, U. Baumann (Hrsg.) Klinische Psychologie II: Methoden, Ergebnisse und Probleme der Forschung. Huber: Bern, Stuttgart, Wien, pp. 505-522.

Sturm, W., Dahmen, W., Hartje, W., Willmes, K. (1981): Training of Psychomotor Abilities in Brain Damaged Patients. Vortrag auf dem 5. European Neuroscience Congress in Lüttich.

Vanderplas, J.M., Garvin, E.A. (1959): The Association Value of Random Shapes. J. Exp. Psychol 57: 147-154.

Vroon, P.A. (1970): Effects of presented and processed information on duration experience. Acta psychol. 34: 115-121.

Werbik, H. (1971): Informationsgehalt und emotionale Wirkung von Musik. Schotts Söhne: Mainz.

Eingegangen am 21. Dezember 1982

Anschrift des Verfassers:
Dr. med. Dipl.-Psych. C. Lang, Neurologische Universitätsklinik, Schwabachanlage 6, D-8520 Erlangen

An Approach to Patients' Occupation by Information Theory (Summary)

Information theory is able to yield means for the explanation and control of a patient's stimulus processing and motor action. Sensory input as well as motor output may be represented in a quantitatively reduced manner and investigated individually as a "characteristic curve". Supporting application of modern neurophysiological procedures is to become more and more feasible. Neuropsychological models have their bearing upon problems of intra- and interhemispheric information processing and interference; of special interest are models of intra- and interindividual feedback. Prospective possibilities of realization include among other things the rehabilitation of brain damaged patients.

grkg/Humankybernetik
Band 24 · Heft 2 (1983)
Gunter Narr Verlag Tübingen

Über einige Eigenschaften von Lernsystem-Netzmodellen

von Lajos PÁLVÖLGYI, z.Z. München (D)

aus dem Institut für Psychologie an der Ungarischen Akademie der Wissenschaften

0. Problemstellung

In zwei früheren Arbeiten (Gáspár/Pálvölgyi, 1978 und 1980) wurde ein Modell beschrieben, das zur Untersuchung der kybernetischen Grundlagen der adaptiven Lernsysteme konstruiert wurde. Den Input des Modells bilden „Ereignisse“, den Output „Operationen“. Das Modell wurde auf einen speziellen gerichteten Graphen, nämlich auf einnen Baum aufgebaut und seine Funktionen von einem Algorithmus bestimmt. Das Modell funktioniert in den diskreten Zeitpunkten $t = 1, 2, 3 \ldots$, und in jedem Takt werden jene Punkte des Graphen aktiv, für die die folgenden zwei Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sind: (1) das dem gegebenen Punkt zugeordnete Ereignis hat stattgefunden oder die Operation ist tatsächlich erfolgt; (2) der überholte Punkt ist im vorausgegangenen Takt aktiv gewesen. Den Kanten des Graphen sind Spuren zugeordnet, die sich im Laufe des Betriebes verändern (s. Gáspár/Pálvölgyi, 1978 und 1980). Im vorliegenden Artikel wollen wir – bei Gebrauch der schon früher eingeführten Begriffe – einige jener allgemeinen Eigenschaften des Modells formulieren, die unseres Erachtens für alle ähnlichen Netzmodelle mehr oder minder charakteristisch sind. Demzufolge können diese in der weiteren Modellierungsarbeit zugleich als methodologische Gesichtpunkte bzw. als zu untersuchende Hypothesen berücksichtigt werden.

1. Kurzspeicher und Langgedächtnis im Modell

Wie aus der bereits früher gegebenen Definition unseres Modells hervorgeht, hängt die Veränderung der Menge der aktiven Punkte, d.h. der aktuellen *Positionen* des Graphen von zwei Faktoren ab: von der Anfangsposition und der Fortsetzung des Input. Aus den gleichen Anfangspositionen schaffen die gleichen Inputprozesse Aktivitätsvorgänge, die sich auf derselben Bahn abspielen, sowie gleiche Endpositionen – vorausgesetzt, daß sich inzwischen die den Kanten des Graphen zugeordneten Spuren nicht wesentlich verändern. Alle Inputprozesse werden also umkehrbar eindeutig zu einer bestimmten Position codiert. Da demzufolge die Position der wechselseitig eindeutige Code der jüngsten Vergangenheit ist, *verwirklicht die Position selbst die Rolle des Kurzspeichers.*

Die Spuren modellieren wir im Modell mit einem aus zwei natürlichen Zahlen bestehenden Zahlenpaar (a, b). Hat die Aktivität einen Punkt durchschritten, wird die erste Zahl der Spur entlang der Bahn um 1 erhöht und kann dadurch im weiteren zur

Steuerung besser beitragen. Wir unterscheiden zwei verschiedene Arten von Steuerung. Die eine ist die das Funktionieren des Systems bestimmende *Operationssteuerung*, die andere die den inneren Zustand des Systems bestimmende sog. *Erwartungssteuerung*. Mit „Erwartung" bezeichnen wir denjenigen inneren Zustand des Netzes, der in der augenblicklichen Position auf die wahrscheinlichsten Wege des weiteren Verlaufs der Aktivität hinweist. Da der weitere Verlauf der Aktivität außer von der Position nur von der Fortsetzung des Inputprozesses abhängt, zeigt das System aufgrund seiner Vergangenheit – d.h. der Spuren – quasi die wahrscheinlichste Fortsetzung des Inputprozesses an.

Wenn die solcherart „erwartete" Fortsetzung eines Inputprozesses nicht eintritt, dann steigt die zweite Zahl der die Herausbildung des Erwartungszustandes steuernden Spuren an, und auf diese Weise werden sie im späteren weniger zur Erwartungssteuerung beitragen. Die Spuren entstehen und verändern sich also aufgrund der Vergangenheit, der „Erfahrungen" des Systems. *Die Spur verwirklicht das Langzeitgedächtnis*. Die Steuerung wird durch die Spuren verwirklicht. Ein beliebiger Punkt einer Position sagt das Eintreten eines Ereignisses in jenem Maße „vorher", bzw. schlägt die Durchführung einer Operation in jenem Maße vor, in welchem die Spur in der mit dem entsprechenden Ereignis oder mit der entsprechenden Operation zusammenhängenden Richtung liegt. Wenn sich eine Spur unter Einwirkung des Inputprozesses verändert, erfolgt dies aufgrund des Vorhergesagten so, daß sie später in der gleichen Position „zweckmäßiger" steuern wird.

2. Das holographische Adressieren

Jedes Funktionieren des Modells hängt mit der augenblicklichen Position zusammen. Die Position bestimmt, welche gespeicherten Spuren im jeweiligen Augenblick an der Steuerung der Erwartung bzw. der Operation teilnehmen. Ebenso können sich bei der Fortsetzung des Inputprozesses nur die mit der Position in Verbindung stehenden Spuren verändern. Da die Position von den Ereignissen der jüngsten Vergangenheit – von der „Situation" – gestaltet wurde, können wir, von der rechnerwissenschaftlichen Terminologie Gebrauch machend, zu Recht von einem „Adressieren" durch die Situation sprechen. Über die Position *bestimmt also die augenblickliche Situation, was aus der Vergangenheit lebendig werden soll* (welche Spuren an der Steuerung teilnehmen „sollen") *und wohin die Gegenwart gespeichert werden soll* (welche Spuren sich unter der Einwirkung der Ereignisse der Gegenwart verändern „sollen"). Es scheint so, daß der Adressierungsmechanismus aber auch im Begriffssystem der Holographie gedeutet werden kann.

Um die holographische Natur des Adressierens andeuten zu können, bezeichnen wir die Position zum Zeitpunkt t als den *Referenz-Code* der Situation zum Zeitpunkt t und den augenblicklichen Input als den *Gegenstandscode* der Situation zum gegebenen Zeitpunkt. Es ist klar, daß bei der Entstehung des augenblicklichen Referenzcodes auch der Gegenstandscode im vorhergegangenen Takt eine Rolle spielt; darum verändert sich zeitlich der Referenzcode im Laufe des Funktionierens des Modells.

Wenn wir nun, um die Analogie aufzuzeigen, an das tatsächliche Hologramm denken, dann ist es zweckmäßig, davon auszugehen, daß hier die Referenzwelle und die Gegenstandswelle bei der Begegnung interferieren und auf der Fotoplatte eine Veränderung hervorrufen. Die Spuren der Interferenz und die Referenzwellen genügen im

späteren für die Rekonstruktion des Gegenstandsbildes. Wir können also sagen, daß das Hologramm der Code des Gegenstandes ist, ja, daß die Referenzwelle die Interferenzspuren „adressiert" und daraus die Rekonstruktion des Bildes des Gegenstandes ermöglicht. Wenn wir nämlich auf eine einzige Platte mit verschiedenen Referenzwellen mehrere Hologramme anfertigen, dann wird die hervorrufende Referenzwelle bestimmen, welche Bilder aus den Interferenzspuren „heraufbeschworen" werden. Auch ein Stück des wirklichen Hologramms ist ein Hologramm, das „alle" Informationen speichert.

Wenn wir die vom Algorithmus des Modells vorgeschriebene Spurenveränderung und Punktaktivierung zum Zeitpunkt t als *Interferenz* zum Zeitpunkt t bezeichnen, dann können wir aufgrund des Algorithmus des Modells sagen, daß der Referenzcode und der Gegenstandscode auch im Modell eine Interferenz hervorrufen, daß das Modell im Laufe des späteren Funktionierens in der Lage ist, unter der gemeinsamen Einwirkung der Spuren und des Referenzcodes den Gegenstandscode zu reproduzieren. Insofern sind also die Spuren die „holographischen Codes" der „Gegenstände" (der Situationen), „adressiert" der Referenzcode die Spuren, indem er aus ihnen die Reproduktion der Gegenstandscodes hervorruft. Das automatische Adressieren im Modell wird also in diesem Sinne von einem holographischen Adressierungsmechanismus verwirklicht.

3. Verteilter Speicher, paralleles Funktionieren

Im Modell gibt es keine gesonderte „Speichereinheit". Der ganze Graph ist Speicher, jedoch in der Weise, daß sich zu jedem Zeitpunkt auf nur einem – von der Position bestimmten, „adressierten" – Gebiet die Speicherprozesse abspielen: die „Einprägung" in Form von Spurenänderung, das „Abrufen" in Form von Steuern. In erster Näherung (von außen betrachtet) würden wir sagen, daß das Speichern verteilt ist, weil es nicht auf ein Gebiet lokalisierbar ist. In Hinsicht der inneren Funktion des Modells (also von innen betrachtet) sagt aber die Interpretation vermutlich mehr, daß das Speichern eher vielfach, also mehrmals widerholt ist. Ähnlich wie bei der Hologramm-Analogie: ein Teil des Speichers kann zu einer fast vollwertigen Reproduktion genügend sein. Aufgrunddessen können wichtige später diskutierte Modelleigenschaften erklärt werden.

Die Position ist die Menge der aktiven Punkte; daher erfolgen in den aktiven Punkten die obigen Graphaktionen parallel. Die Spuren bei der Position bestimmen gemeinsam die aktuelle Steuerung. Alle aktiven Punkte „schlagen" irgendeine Operations- bzw. Erwartungssteuerung „vor": das kann auch so ausgelegt werden, daß die Spuren in den aktiven Punkten miteinander „kämpfen", schließlich „Abstimmung" entscheidet und so die sich tatsächlich verwirklichende aktuelle Steuerung entsteht. Da die Steuerung aufgrund der Einwirkung der auf dem Graphen verteilten und vielfach gespeicherten Spuren entsteht, verändert sich das Wesen der entstehenden Steuerung im Falle einer eventuellen Verletzung oder des Ausfallens einzelner Gebiete nicht – wenn das betroffene Gebiet nicht allzu groß ist. So ist das Modell, wie auch das modellierte natürliche System, im Gegensatz zur entscheidenden Mehrheit der künstlichen Systeme vor den störenden Wirkungen kleinerer Verletzungen geschützt.

4. Elementare Motive und veränderliche Programme im Modell

Welche Erscheinungen regen das Verhalten an und bewegen es? Was sind die Motive? Die Frage auf elementarer Ebene untersucht: was bestimmt in einer gegebenen Situation (Position) das Verhalten des Systems, was bestimmt, welche Steuerung zustandekommt? Wie aus dem Bisherigen hervorging, kommt die Steuerung in der jeweiligen Position unter der gemeinsamen Einwirkung der Spuren zustande. Sie also können wir *als die elementarsten Motive* betrachten. Die Interpretation der Spuren als elementare Motive ist nichts anderes als das Hervorheben ihres funktionellen Wesens unter dem Aspekt des Verhaltens, des Steuerns. Die Spur funktioniert als Teilnehmerin an der Steuerung in der Rolle des Motivs bei der Steuerung. Das Langzeitgedächtnis als Spurenspeicher spielt bei der Neuaktivierung (beim Abrufen) die Rolle des Motivs. Die Spuren sind also sehr elementare, passive Motive, die von den Impulsen aktiviert werden. Bei der Steuerung spielt sich die Analyse der Motive, ihr „Kampf" ab, und die aktuelle Steuerung selbst kommt aus der Synthese dieser Motive zustande. Als Ergebnis der Analyse eines neuen Inputprozesses verändern sich die Spuren, und dadurch verändern sich die auf die Zukunft bezogenen Motive: denn die Spuren sind, wie wir sahen, die elementaren Träger dieser Motive.

Wie gleichfalls aus dem Bisherigen hervorgeht, besteht das Wesen des Modells im spezifischen Codieren und Decodieren. Die eingetretenen Prozesse werden zur Veränderung von Position und Spuren codiert (Kurzspeicher und Langgedächtnis), während später die gerade aktuelle Position und die von ihr festgelegten Spuren zur Steuerung decodiert werden. In Anwendung der rechnerwissenschaftlichen Terminologie können wir also sagen, daß im Modell in Form von Spuren codierte und Erwartung bzw. Operation steuernde *Programme* enthalten sind, mehr noch: *entstehen;* und da sich diese Spuren verändern, verändern sich auch die Programme selbst.

Manche Programme können z.B. von anderen Programmen während des Funktionierens völlig unterdrückt werden, was im funktionellen Sinne den „Zerfall", das „Vergehen" oder das „Löschen" des gegebenen Programms zum Ergebnis hat; zugleich ist jedoch das Modell in der Lage, ein solches neues Programm zu „schaffen", das auch in einer Situation zur Steuerung geeignet ist, der das System früher noch nicht begegnet ist. Ein einfaches Beispiel dafür ist die Erscheinung des „Zusammenrufens". Um das Wesen dieser Erscheinung vorzustellen, nehmen wir an, daß aus ähnlichen Anfangspositionen zwei ähnliche Inputprozesse (A und B) schon öfter eingetreten sind, nie jedoch zusammen. Die Ähnlichkeit der Prozesse besteht darin, daß die während ihres Verlaufes entstehenden Positionen gemeinsame Elemente haben. Wenn also A erneut eintritt, entsteht unter seiner Einwirkung irgendeine Operations- oder Erwartungssteuerung, in die wegen der teilweisen Übereinstimmung der Positionen zumindest zum Teil die auch vom Prozeß B gebildeten Spuren „mitreden". Beim Abspielen von A werden also nicht nur die Elemente von A aktiviert, sondern in manchen Momenten des Abrufens treten auch die Elemente von B hervor und „bitten" bei der Herausbildung der Steuerung „ums Wort", obwohl A und B niemals gemeinsam eingetreten sind. Diesen Prozeß können wir zu Recht als *Zusammenrufen* oder als elementare (passive) Assoziation bezeichnen. Die Folge davon ist, daß zum gemeinsamen Eintreten von A und B eine entsprechende Adaptation, d.h. ein entsprechend steuerndes Programm unter gewissen Bedingungen auch dann entstehen kann, wenn A und B bis dahin nur gesondert eingetreten sind. (Diese Erscheinung können wir als einen elementaren

Grundmechanismus des in Teilen erfolgenden Lernens betrachten.) Das Modell ist also in der Lage, ein neues Programm, eine neue Steuerung zu „schaffen".

5. Automatisches Programmkopieren und die Dynamik des Steuerns

Nehmen wir an, daß die zu gewissen Punkten der aktuellen Position gehörenden Spuren (S) genau dieselbe Steuerung „vorschlagen". Zugleich wissen wir, daß sich die Spuren um die Positionspunkte entsprechend der eingetretenen Steuerung verändern. (Die Spuren des eingetretenen Ereignisses oder der eingetretenen Operation „erstarken"; andererseits werden die Spuren an den zu den erwarteten, aber nicht eingetretenen Ereignissen bzw. Operationen gehörenden Kanten „geschwächt".) Wenn also die eingetretene Steuerung mit dem Vorschlag von S identisch ist, können wir sagen, daß die anderen zur Position gehörenden Spuren sich gemäß S verändert haben. Die Steuerung von S wird zum Teil kopiert.

Auf der Erscheinung des automatischen Programmkopierens basieren mehrere solche wichtige Mechanismen, die die dynamische Veränderung, die Adaptivität der Steuerung, fundieren. Ein solcher Mechanismus ist die Entstehung des *bedingten Steuerns.* Um dieses kurz zu charakterisieren nehmen wir an, daß in der unter Einwirkung des Inputprozesses A entstehenden Position $P(A)$ eine starke Steuerung X vorhanden ist, unter deren Einwirkung immer unbedingt die Operation O erfolgt (Bild 1). Wenn A und B oft zusammen eintreten, dann werden $P(A)$ und $P(B)$ oft aktiv als Teile irgendeiner Position $P(C)$. Da die Steuerung von $P(A)$ stark ist, bringt sie auch beim gemeinsamen Eintreten jederzeit die Operation O hervor. Infolgedessen werden die Spuren um $P(B)$ dahingehend modifiziert, daß auch diese zunehmend die Steuerung der Operation O „vorschlagen". Die Steuerung wurde also von der Position $P(A)$ in die Positionen $P(B)$ kopiert (Konditionieren). Auf diese Weise kommt die bedingte Steuerung zustande. Wenn nunmehr $P(B)$ allein aktiv sein wird, wird ihre Steuerung bereits X, also die Operation O enthalten.

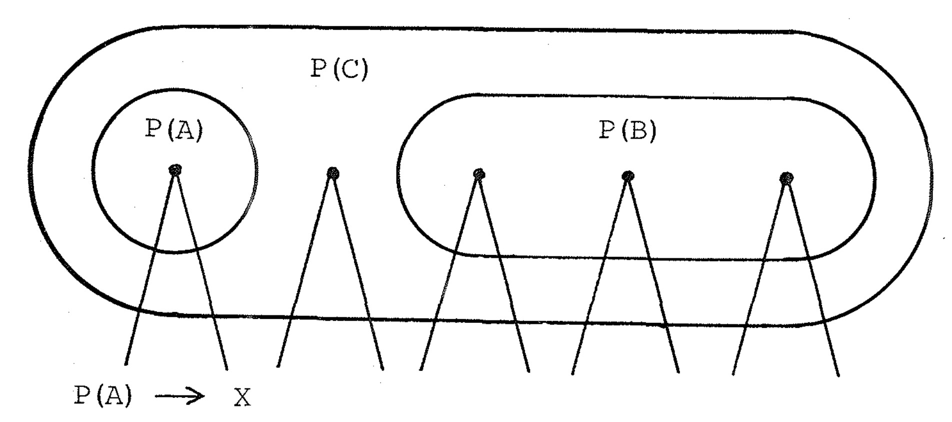


Bild 1: Der Mechanismus der „bedingten Steuerung" (Erläuterung im Text)

Das Generalisieren der Steuerung ist ebenfalls eine auf dem Kopieren basierende Erscheinung. Stellen wir uns vor, daß $P(A)$ oft, $P(B)$ hingegen selten aktiv war und die beiden Positionen einen gemeinsamen Teil haben. Die Steuerung des gemeinsamen Teils ist wegen des Kopierens mit der Steuerung von $P(A)$ identisch; und da $P(A)$ viel öfter aktiv war als $P(B)$, ist innerhalb von $P(B)$ die Steuerung dieses gemeinsamen Teils am „stärksten". Wenn nun $P(B)$ aktiviert wird, wird die Steuerung wegen des gemeinsamen Teils der Steuerung von $P(A)$ ähnlich sein. In diesem Sinne wird die Steuerung von $P(A)$ allgemein, sie wird generalisiert. Wenn nun auch $P(B)$ oft aktiv wird, wird der gemeinsame Teil der Positionen neutral und es tritt *Deskriminierung* ein. Man kann sich auch vorstellen, daß $P(A)$ und $P(B)$ zwei einander zeitlich folgende Positionen desselben Reizprozesses sind. In diesem Fall können sich solche Steuerungen generalisieren und diskriminieren, die zu zwei verschiedenen Zeitpunkten desselben Prozesses gehören. In diesem Fall „geht" die Steuerung des späteren Ereignisses zeitlich „voran" und wird automatisch optimalisiert.

6. Mehrfaches Codieren und Decodieren. „Raum-Zeit"-Adaption

Im vorher Ausgeführten haben wir bei der zeitlichen Generalisierung und Differenzierung gesehen, daß die zeitlich verschiedenen, aber ähnlichen Situationen beim Abrufen in gewissem Sinne „zusammenfließen". Der Grund dafür ist, daß sie bereits beim Speichern „zusammengeflossen" sind: sie wurden an derselben Stelle gespeichert, d.h. die Spuren wurden aufeinander geschichtet, oder anders formuliert, es ist eine tiefere Spur entstanden. Der Grund für das Zusammenfließen zweier ähnlicher Inputprozesse bzw. von Vergangenheit und Zukunft ist die teilweise Übereinstimmung der Positionen. Wir beobachten jedoch nicht nur Zusammenfließen, sondern auch Differenzierung. Das beruht gerade darauf, daß die Übereinstimmung der Positionen eben nur teilweise ist.

Was wird auf den Graph im Modell in Form von Spuren codiert? Prozesse, die über eine Determiniertheit sowohl im Raum als auch in der Zeit gleichermaßen verfügen. Nur ist aber der Graph ein Objekt im Raum.

Im Gedächtnis des Menschen werden nicht nur Erscheinungen in Raum und Zeit gespeichert; das Psychische ist nicht nur „Raum-" oder „Zeitspeicher", sondern ein „Raum-und-Zeit-Speicher" einheitlichen Charakters. Ein kontinuierlicher Inputprozeß (der Raum-Zeit-Charakter hat), wird umkehrbar eindeutig codiert zur Veränderung der (räumlichen) Spurenstruktur. Die (ebenfalls raum-zeitlich) Situation bestimmt, was aus der Vergangenheit aktiviert werden soll. Damit ruft sie dem Wesen (dem Inhalt) des augenblicklichen Input entsprechend aus dem Code (räumliches Objekt) der ganzen „Inputvergangenheit" des Modells die Steuerung hervor (die ebenfalls raumzeitlich ist). Im Modell entstehen und verändern sich nicht nur solche Programme, die gesondert an Raum oder Zeit adaptiert sind, sondern auch solche, die sich an „Raum-Zeit" adaptieren. Der Inputprozeß, der eine Raum-Zeit-Erscheinung ist, wird zu einer anderen Raum-Zeit-Erscheinung, einem anderen Aktivitätsverlauf, d.h. zu einer Serie von Positionsveränderungen codiert. Der Code des Aktivitätsverlaufs wird jedoch nur noch ein räumlicher sein, da die Menge der von ihm modifizierten Spuren auch nur räumlich ist. Bei der Steuerung spielt sich das Umgekehrte dieses mehrstufigen Codierungsprozesses ab. Das Decodieren äußert sich schließlich in Erwartungen und Operationen, d.h. wieder in Raum-Zeit-Erscheinungen.

Nach unserem Dafürhalten beweist die oben beschriebene Erscheinung des mehrfachen Codierens und Decodierens die Vorteile und Notwendigkeit des theoretischen Modellierens sehr gut. Mit empirischen Methoden kann nämlich das hier auftauchende Dimensionsproblem nicht angegangen werden: *der Mechanismus des beim Speichern eintretenden Dimensionsverlustes und des beim Aktivieren eintretenden Dimensionsgewinns.* Die naive Raum-Zeit-Betrachtung des alltäglichen Denkens kann für das Verständnis eines solchen Systems kaum genügen, das im Laufe der Evolution gerade zur Steuerung der räumlich-zeitlichen Adaptation organisiert wurde. Wie diese Adaptation selbst verwirklicht wird und worin ihr Wesen besteht, sind Fragen, die noch sehr oft und immer wieder aufgeworfen werden müssen. Die in den verschiedenen Phasen und auf den verschiedenen Niveaus der Forschung für sie entwickelten Antworten werden für die Psychologie und Pädagogik vermutlich immer wieder mit neuen und wichtigen Konsequenzen verbunden sein.

7. Die elementaren Mechanismen der Widerspiegelung

Die sich in Ereignissen äußernden elementaren Gesetzmäßigkeiten der Umwelt spiegeln sich im Modell wider; das System adaptiert sich an seine Umwelt, an deren Veränderungen. Diese Adaptation erfolgt *selbständig* – im Gegensatz zu vielen anderen Modellen (vgl. z.B. die gestalterkennenden Automaten). Im Modell entstehen – ohne daß seine Zustände von jemandem oder durch etwas klassifiziert werden – durch die verschiedenen Ereignisse verschiedene (Operation oder Erwartung steuernde) Zustände. Die Adaptation erfolgt mit Programmentstehung und -veränderung, und zwar ohne Lehrer. Das Lernen des Modells ist von seinem Output völlig unabhängig. *Im Modell ist also die Möglichkeit des (spontanen) Lernens ohne Lehrer aufgezeigt.*

Wie spiegelt das Modell die Gesetzmäßigkeiten der Umwelt wider, die Determiniertheit, die Zusammenhänge und die Wechselwirkung der Erscheinungen? Auf dieser elementaren Ebene höchstens passiv, durch die Widerspiegelung des Einhergehens und der Aufeinanderfolge. *Die Gesetzmäßigkeiten der Umwelt* werden vom Modell zumindest in Form von bedingten Prozessen „empfunden" und das Funktionieren des Modells spiegelt diese *in Form der bedingten Steuerung wider.* Am Modell ist gut zu sehen, daß das Ergebnis des „Wahrnehmens" nicht vom Zustand der aktiven Punkte, sondern vom Prozeß der stattfindenden Aktivität repräsentiert wird. Aufgrund des „verteilten Speichers" ist auch offenbar, daß *das Abbild nicht im Netz, sondern nur im Prozeß der Widerspiegelung existiert.* Die Ereignisse der Umwelt werden im Netz in Spuren „zerfallen" (und so gespeichert), und diese Spuren werden durch Impulse aktiviert, wodurch ein Teil der Position reproduziert wird und die dazugehörenden Spuren aktiviert werden. Das elementare Abbild wird auf diese Weise synthetisiert.

8. Logikartige Adaptationserscheinungen

Die von der Logik beschreibbaren Adaptationserscheinungen können durch die Gesetzmäßigkeiten der Widerspiegelung erklärt werden. Nach unseren Begriffen erfolgt die logikartige Adaptation der höheren Lebewesen, ihre „Logik", grundsätzlich in Wechselwirkung mit der Umwelt, als Ergebnis der Widerspiegelung der Zusammenhänge zwischen den aus der umgebenden Wirklichkeit kommenden Zusammenhänge

im Prozeß der Adaptation. Beim Menschen spielt sich derselbe Prozeß infolge der gesellschaftlichen Umgebung, mit Hilfe der Sprache, auf einer qualitativ anderen, höheren Stufe ab. Als Beispiel skizzieren wir die Grundlagen des möglichen Mechanismus einiger logikartiger Adaptationserscheinungen.

Elementare Abstraktion: Für das Modell werden die „Erscheinungen" von solchen Inputprozessen vermittelt, die um einen als „wesentlich" zu betrachtenden Prozeß „streuen". Das „Wesen" ist in der Erscheinung enthalten. Im Falle des jeweils gesonderten Eintreffens der ähnlichen, aber dem „Wesen" nach gemeinsamen Prozesse erscheinen die abweichenden (nicht wesensmäßigen) Merkmale seltener, die identischen („wesensmäßigen") Eigenschaften öfter für das Modell. Die häufiger auftretenden Prozeßteile hinterlassen im System mehrere, tiefere Spuren und beeinflussen auf diese Weise dessen Funktionieren stärker. In diesem Sinne kann das Modell – obwohl auf sehr niedrigem Niveau – zur elementaren Abstraktion fähig sein. (Wir müssen auch bemerken, daß das Anzeigen der Häufigkeit in vielen Fällen nicht das Wesen hervorhebt, es kann dadurch nicht an sich als elementare Form der Abstraktion betrachtet werden.) Die Möglichkeit der elementaren Abstraktion offenbart sich auch darin, daß ein Lokalisationspunkt Teil mehrerer Positionen ist. Nehmen wir z.B. an, daß unter der Einwirkung jedes musikalischen Tones jeweils eine andere Position im Netz aktiviert wird, aber einige Punkte existieren, die in all diesen Positionen aktiv sind. Diese Punkte geben die Möglichkeit zur Abstraktion des Begriffes des „Tones". In diesem Sinne kann auch die Erscheinung der auf der teilweisen Übereinstimmung der Positionen beruhende Generalisierung als ein ganz elementarer Abstraktionsprozeß begriffen werden, während der ihm entgegengesetzte Prozeß, die die Unterschiede „hervorhebende" Differenzierung, als eine sehr elementare Unterscheidung, als ein Teilprozeß der Identifizierung betrachtet werden kann.

Elementare Analyse und Synthese: Der Inputprozeß des Systems und der unter dessen Wirkung entstehende Aktivitätsverlauf sind zusammengesetzte Prozesse. Auf dem Graphen werden sie zergliedert, sie zerfallen in ihre Elemente und schaffen während ihres Ablaufs „Multi-Spuren". Das Modell analysiert also die eingetroffene Impuls- und Prozeßmasse „auseinander" und speichert dessen Ergebnis verteilt in Form von Spuren. *Das Ablagern von Spuren ist also ein elementarer analytischer Prozeß.* Die elementare Analyse des Inputprozesses wird realisiert als die Hervorhebung von Einhergehen und Aufeinanderfolge, also von elementaren Zusammenhängen. Dazu gehört auch die Häufigkeitsanalyse, d.h. eine Form der elementaren Abstraktion. Im späteren bezieht das System auch das bei der Analyse zergliederte (analysierte) Spurensystem in die Steuerung mit ein. Das Aufeinanderlagern der Spuren bietet schon die Möglichkeit einer gewissen ganz elementaren Synthese. *Die elementare Synthese selbst ist nichts anderes als der gegenseitige Wechselbezug, die Wechselwirkung der widergespiegelten Gesetzmäßigkeiten und der augenblicklichen Bedingungen.* Bei der Widerspiegelung der Gesetze sind elementare Programme entstanden. Die augenblicklichen Bedingungen werden von den durch die aktuelle Situation geschaffenen Impulsserien repräsentiert. Aus deren Wechselwirkung entsteht die in Form von Operationen und der neuen Positionen erscheinende aktuelle Steuerung.

Elementare Induktion und Deduktion: Der mindestens einmal erfolgte Inputprozeß wird vom Modell bei einer späteren ähnlichen Situation bis zu einem gewissen Grade erwartet, abgerufen (zusammengerufen), d.h. in ihm entsteht ein Zustand, der Erwartung bzw. Operation steuert. Über diese Erscheinung neigt der externe Beobachter dazu zu sagen, das Modell habe eine elementare *Induktion* durchgeführt. Er steuert nämlich nach den Spuren des selten eingetretenden Prozesses, d.h. es „betrachtet" sie als allgemein. Es schlußfolgert mithin aus dem von ihm unabhängigen „Einzelnen" auf das „objektiv Allgemeine". Im Laufe der Adaptation verändern sich andererseits die Spuren und erlangen verschiedene Steuerungsrollen. Die Spuren jener Inputprozesse, die „wirklich" allgemein sind, werden eher Erwartung oder Operation steuern, als wenn sie weniger allgemein wären (elementare Abstraktion). In Situationen, die dem Anfang dieser Inputprozesse ähneln, werden Erwartung bzw. Operation immer sicherer eintreten, was der externe Beobachter als elementare *Deduktion* zu bezeichnen geneigt ist, denn das Modell „schlußfolgert" aus dem von ihm unabhängigen „Allgemeinen" auf das von ihm unabhängig „Einzelne" und bildet die aktuelle Steuerung dementsprechend.

9. Die Herausbildung und Bedeutung des Operationscodes

Nehmen wir an, daß gewisse Operationen des Modells als das ABC eines äußeren Codes betrachtet werden können, d.h. der äußere Beobachter mißt dem Eintreten der aus ihnen bestehenden Operationsserien Bedeutung bei, wobei die äußere Umgebung des Modells das Eintreffen dieser ausgezeichneten Operationsserie dementsprechend „honoriert". Nehmen wir des weiteren an, daß es eine solche, aus Ereignissen bestehende Entsprechung dieses Operationscodes gibt, auf die jedes eingetretene Wort des Operationscodes aufgrund der äußeren Rückkopplung durch die Umwelt als eine Serie von „Eintreffen" der Ereignisse für das Modell erscheint. In diesem Fall kann jener komplexe Lernprozeß zustandekommen und aufgrund des Modells auch beschrieben werden, als dessen Ergebnis das Modell unter aktiver Mitwirkung der Umwelt (des äußeren Lehrers) den der sprachlichen Konvention entsprechenden konsequenten Gebrauch des äußeren Codes, des „zweiten Signalsystems" (I.P. Pawlow) sich aneignet. Es produziert Operationsserien (Worte), die der externe Beobachter als der gegebenen Situation adäquat erkennt.

Es lohnt sich hier, kurz auf jene allbekannte Erscheinung einzugehen, daß man sich nach der gehörten Sprache nicht unbedingt vorstellen muß, was sie bedeutet, man kann sie „ohnedies" verstehen und die nötigen Maßnahmen ergreifen. Die verstandene Rede ist also nicht mehr einfach vermittelndes Geschehen, das mit entsprechendem Dekodieren zur ursprünglichen anschaulichen Widerspiegelung der Wirklichkeit hinüberleitet – so stellt L. Kardos (1964) fest – sondern sie wird selbst zu einer neuen Form der menschlichen psychischen Widerspiegelung. Die große Tragweite dieser Wendung hängt nicht damit zusammen, daß die Informationsübertragung verkürzt wird. Das zweite Signalsystem als „Vielerlei" ist ärmer als das erste. Der Erzähler läßt sehr viel aus und ist gerade darum quasi gezwungen, die wesentlichen, für ihn wichtigen Momente auszusuchen, Gesetzmäßigkeiten herauszusondern und hervorzuheben. Mit Hilfe der neuen Widerspiegelung werden neue Operationen möglich, die das menschliche Denken fundieren: die Begriffsverallgemeinerung die Abstraktion (Kardos, 1964). Dem Grundmechanismus dieser Erscheinung können wir uns vielleicht annähern auf der Grundlage des Kopierungsprinzips und der zeitlichen Generalisierung, die sich im Modell durchsetzen. Nach unserem Modell wird in der Kette: „gehörtes Wort" → „Bedeutungsinhalt" → „gewöhnliche Operation" die gewöhnliche Operation auch in die

Nähe der Spuren des gehörten Wortes kopiert, und so kann die gewöhnliche Operation in jener Kette früher oder später zustandekommen. Und der Erklärung, daß sich in einem Wort die allgemeinen Merkmale des Bedeutungsinhalts widerspiegeln, können wir uns so annähern, daß von den an den Operationscode des Wortes gebundenen „konkreten Bildern" die Verbindungen derjenigen am stärksten sind, die allgemein sind, d.h. immer vorkommen (elementare Abstraktion).

Die Operationen sind im Gegensatz zu den Ereignissen gleich unter zwei Gesichtspunkten ausgezeichnet: (1) das Modell äußert sich gegenüber seiner Umwelt mit Hilfe seiner Operationen; (2) Im Fall der Operationen kann das destruktive Aktualisieren ausgeschaltet werden, da das Eintreten der Operation nicht (unmittelbar) von der Umwelt, sondern vom Modell abhängt. Unter destruktivem Aktualisieren verstehen wir den Fall, daß die Erwartung eines Ereignisses oder einer Operation aktualisiert wird, die jedoch nicht eintreffen. In einem solchen Fall werden, dem Algorithmus des Modells entsprechend, jene Zahlenpaare (Spuren), die den zu den betreffenden Ereignissen oder Operationen führenden Kanten zugeordnet sind, dahingehend verändert, daß sie später weniger Erwartung bzw. Operation steuern werden. Darin offenbart sich der destruktive Charakter eines Aktualisierens dieses Typs. Eine offensichtliche Voraussetzung der Herausbildung der elementaren Denkprozesse ist, daß das Aktualisieren nicht destruktiv ist. Das zweite Signalsystem erscheint, als ein schon gegebener Operationscode, als zur Rolle des inneren Codes der elementaren Denkmechanismen geeignet, da der Bedeutungsinhalt der einzelnen „Worte" des Operationscodes schon an die „Wortgestalt" gebunden und das von den eintreffenden Ereignissen der Umwelt abweichende Aktualisieren der einzelnen „Worte" des Operationscodes nicht unbedingt destruktiv ist.

Nach alldem ist der Prozeß in ganz großen Zügen folgendermaßen vorzustellen. Nehmen wir an, daß der Operationscode so stark redundant ist, daß er gar in zwei vollwertige Operationscodes abgebaut werden kann: in den aus äußeren Operationen bestehenden „äußeren Code" und den damit einhergehenden, aus einer Serie von inneren Operationen bestehenden „inneren Code", die auch weiterhin redundant sind. Bei gewissen hemmenden, konditionierenden und ähnlichen Bedingungen kann eine *Interiorisation* entstehen, deren Ablauf so beschrieben werden kann: am Anfang des „Sprechen"-Lernens, sofern wir überhapupt von den elementaren Formen des Begriffsdenkens sprechen können, können diese als mit der „Sprache" identisch betrachtet werden. Dem Obigen zufolge gibt es bereits hier eine innere Operation, eine „innere Sprache", die im wesentlichen noch mit der äußeren Sprache einhergeht. Später reduziert sich die „Sprache" unter den erwähnten, von uns aber nicht genau bestimmten Bedingungen, in ähnlichen Situationen immer häufiger lediglich zu inneren Operationen. Es entsteht die regelmäßige „innere Sprache". Im Gegensatz zur „äußeren Sprache", in der die Worte, die Operationen – wegen des durchführenden Organs – unbedingt linear sind, die Reihenfolge einhalten, wird die „innere Sprache" zu einer inneren „Multi-Sprache". Das bedeutet, daß „innen" – befreit von den Schranken des durchführenden Organs – die Ordnung der „inneren Sprache" aufgelöst wird, sich immer mehr die Ordnung des Inhalts zu eigen macht und die Reihenfolge der Operationen dementsprechend optimalisiert wird. So können z.B. auch mehrere, parallel stattfindende „innere Sprachen" entstehen.

Dem beschriebenen, *hypothetischen* und *skizzierten* Gedankengang zufolge können die elementaren Grundmechanismen des Begriffsdenkens durch die sich von der Sprache loslösenden, interiorisierenden und den zu Parallelen zerfallenden *aktiven* assoziierenden Prozessen erklärt werden. Im Modell ist der Operationscode – bei entsprechender „gesellschaftlicher" Umwelt – eine genügende Voraussetzung für die Herausbildung dieser Erscheinungen. Und da die Herausbildung einer *passiven* Assotiationskette nur von der Umwelt geschaffen werden kann, kann sich aufgrund von nur passiven Assotiationen der innere Aktivitätsablauf von den Ereignissen der Umwelt nicht unabhängig machen. Das ist nur bei Operationen d.h. bei aktiven Assotiationen möglich. Der Operationscode ist also für die Herausbildung der Grundmechanismen des elementaren Denkens nicht nur hinreichend, sondern zugleich auch notwendig.

Schrifttum

Gáspár, A./Pálvölgyi, L. (1978): Zur Modellierung und Rechnersimulation des Lernens: ein Modellierungsversuch. grkg 1978, Bd. 19, H. 4, S. 113-125.

Gáspár, A./Pálvölgyi, L. (1980): Zur Modellierung und Rechnersimulation des Lernens: erste Ergebnisse eines Modellierungsversuches. grkg 1980, Bd. 21, H. 1, S. 17-30.

Kardos, L. (1964): Kybernetik und Psychologie. Magyar Pszichologiai Szemle 1964, Bd. 21, H. 4, S. 513-529 (ungarisch).

Pálvölgyi, L. (1981): Über die Möglichkeiten des Modellierens in der Pädagogik. Akademischer Verlag, Budapest, 1981, 104 S. (ungarisch).

Pálvölgyi, L. (1982): Network modelling of learning. In: Cybernetics and Systems Research (ed. R. Trappl). North-Holland Publishing Company, 1982, S. 409-414.

Weiteres Schrifttumverzeichnis zu dem Thema s. in Gáspár-Pálvölgyi (1978 und 1980).

Der Verfasser dankt Herrn Prof. Dr. Herbert *Stachowiak*, Universität Paderborn, für die Durchsicht des Manuskripts.

Eingegangen am 17. November 1981

Anschrift des Verfassers:
Dr. Lajos Pálvölgyi, z.Z. Digital Schulungszentrum, Wallensteinplatz 2,
D-8000 München 40

On some features of network models in learning systems (Summary)

Two previous publications contained a model for analysing the cybernetic basis of adaptive learning systems. This model is based upon a special directed graph and its functions are determined by an algorithm. It shows some interesting general features which ought to be characteristic of all similar network models and which in further modelling can therefore be taken into consideration as methodological aspects and/or hypotheses for study. These are: short- and long-term memory in network; holographic addressing of memory; divided memory and parallel functioning; elementary motives and changeable programmes in model; automatic duplication and dynamic control of programme; multiple encoding and decoding as well as space-time-adaptation; elementary reflection of environment; elementary forms of quasi-logic adaptation; and the development of an operation-code.

Pri kelkaj ecoj de retum-modeloj ĉe lernsistemoj (Resumo)

En du aperintaĵoj troviĝis modelo por analizi la kibernetikan bazon de adaptigaj lernsistemoj. Ĉi modelo baziĝas sur speciala direktita grafo kaj ties funkciojn determinas algoritmo. Ĝi montras kelkajn interesajn ĝeneralajn aspektojn kiuj devus esti karakterizaj por ĉiuj similaj retum-modeloj kaj kiuj dum plua modeligo estas prikonsiderendaj kiel metodologiaj aspektoj kaj/aŭ stud-hipotezoj. Temas pri: mallonga kaj longa memoro en la reto; holografia adresado de la memoro ; dividita memoro kaj paralela funkciado; elementaj motivoj kaj ŝanĝantaj programoj en la modelo; aŭtomata kopiado kaj dinamika kontrolo de la programoj; plura en- kaj elkodigo kaj spac-tempa adapto; elementa reflektado de la ĉirkaŭaĵo; elementaj tipoj da logikeca adapto; kaj evoluo de operacikodo.

grkg/Humankybernetik
Band 24 · Heft 2 (1983)
Gunter Narr Verlag Tübingen

Zur Frage der Herleitung von Optimalstrategien für die Prüfungsvorbereitung

von Hubert WAGNER, Paderborn (D)

aus dem Forschungs- und Entwicklungszentrum
für objektivierte Lehr- und Lernverfahren, Paderborn

1. Problemstellung

Die Frage der Bestimmung von optimalen Lehrsequenzen ist von mehreren Autoren aufgegriffen worden (siehe Weltner 1974, 1975, 1976, Simons 1974 sowie Bosnjakovic – Simons 1977). Weltner (1976) gibt darüber hinaus ein effektives Verfahren zur Auswahl von Lehrzielen an, wenn für die Durchführung des Kurses, Lehrganges etc. nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung steht, die nicht ausreicht, alle Lehrziele zu erreichen. Wesentliche Mittel hierzu sind der Lernnutzenfaktor, der als das Verhältnis von Lehrzielgewicht (z.B. ausgedrückt in Punktwerten) zu erforderlicher Lernzeit definiert ist und der effektive Lernnutzenfaktor, der auch noch die Kohärenzstruktur berücksichtigt. Der Lernfortschritt, der die zeitliche Abhängigkeit des Erwartungswertes des Lernzustandes bezüglich des Lehrziels L_i beschreibt, wird in diesem Fall, wenn die von L_i vorausgesetzten Lehrziele schon gelernt sind, durch den Graph einer Elementarfunktion (= einfachste Form der Treppenfunktion) m_i, definiert durch

$$(1) \quad m_i(t) = \begin{cases} 1 \text{ (für Lehrziel erreicht)} & \text{falls } t \geq \tau_i \\ 0 \text{ (für Lehrziel nicht erreicht)} & \text{sonst} \end{cases}$$

dargestellt.

$L_1, \ldots, L_N$ seien sämtliche Lehrziele, $\tau_1, \ldots, \tau_N$ die jeweils erforderlichen Lernzeiten, wenn vorausgesetzte Lernelemente schon gelernt sind und $g_1, \ldots, g_N$ seien die Lehrzielgewichte der einzelnen Lehrziele.

Das Weltnersche Verfahren führt dann nach Festlegung der einzelnen Lehrziele zu einer Lehrsequenz $\mathcal{T} := \langle L_{i_1}, \ldots, L_{i_k} \rangle, k \leq N$ mit der Eigenschaft, daß

$$\sum_{j=1}^{k} g_{i_j} = \sum_{j=1}^{k} g_{i_j} \cdot m_{i_j}(t_{i_j})$$

das Maximum von

$$(2) \quad G := \sum_{i=1}^{N} g_i \cdot m_i(t_i)$$

unter der Nebenbedingung $\sum_{i=1}^{N} t_i = T, t_i \geq \tau_i \vee t_i \geq 0$

ist. T ist hierbei die insgesamt zur Verfügung stehende Zeit.

Weltner selbst hat in der o.g. Arbeit darauf hingewiesen, daß sein Verfahren auch zur Herleitung von Optimalstrategien im Fall der Prüfungsvorbereitung bei anbietendem Lehren und begrenzter Vorbereitungszeit geeignet ist. In der hier dargebotenen Form ist es allerdings nur für den Fall einer normorientierten Prüfung, also einer Prüfung, bei der das Prüfungsergebnis des Einzelnen von den insgesamt erbrachten Prüfungsleistungen abhängt, von Relevanz.

L_i ist in diesem Fall als Lehrstoff der i-ten Teilprüfung zu interpretieren, und von der Lehrsequenz $\mathcal{T}$ wird gefordert, daß sie den Erwartungswert der Zeugnisfunktion

$G = \sum_{i=1}^{N} g_i \cdot \overline{m}_i(t_i)$, also

$$(3) \quad E(\overline{G}) = \sum_{i=1}^{N} g_i \cdot E(\overline{m}_i(t_i)).$$

unter den schon bei Gleichung (2) genannten Nebenbedingungen maximiert. Hierbei ist $\overline{m}_i(t_i)$ die bei der i-ten Teilprüfung nach einer Vorbereitungszeit t_i gemessene Leistung.

Da hier der Lernfortschritt durch eine Elementarfunktion beschrieben wird und die erforderliche Lernzeit jeweils empirisch bestimmt werden kann, erfordert das hier genannte Weltnersche Verfahren nahezu keine Voraussetzungen.

Gegenüber diesem Verfahren hat Hilgers (1977) die realistischere Annahme gemacht, daß der Lernfortschritt allmählich ansteigt und der Erwartungswert des Meßergebnisses $\overline{m}_i(t_i)$ zwischen zwei Grenzen $\omega_i \cdot p_i$ und ω_i $(0 \leq \omega_i \leq 1, 0 \leq p_i \leq 1)$ exponentiell wächst und negativ beschleunigt ist:

$$(4) \quad E(\overline{m}_i(t_i)) = \omega_i - \omega_i \cdot (1 - p_i) \cdot (1 - a_i)^{t_i}, \quad 0 \leq a_i \leq 1.$$

Da $\overline{m}_i(t_i)$ eventuell noch von anderen vorausgehenden Lernzeiten abhängen kann, bedeutet dies hier, daß auch p_i und a_i von diesen Lernzeiten abhängen können. (Hierauf wird unter Abschnitt 3 eingegangen). Die Bestimmung einer Optimalstrategie besteht in diesem Fall in der Angabe einer Lehrsequenz

$$\mathcal{T}' = \langle\langle L_{i_1}, t_{i_1}\rangle, \ldots, \langle L_{i_k}, t_{i_k}\rangle\rangle,$$

die sowohl die Lehrstoff-Folge als auch die Lehrzeiten festlegt, derart daß (3) unter den Nebenbedingungen

$\sum_{k=1}^{N} t_{i_k} = T, \; t_{i_k} \geq 0$ für alle $k \in \{1, \ldots, N\}$ maximiert wird.

Da wegen (4) unsere Zielfunktion (3) nichtlinear ist, werden wir also auf ein nichtlineares Optimierungsproblem mit Nebenbedingungen geführt, zu dessen Lösung Methoden der Nichtlinearen Optimierung (Programmierung) – im vorliegenden Fall der konkaven Optimierung – heranzuziehen sind.

Unter Vernachlässigung von Transfer-, Interferenz- und Vergessenseffekten hat Hilgers (1977) in dem speziellen Fall von vollkommen unabhängigen Prüfungsstoffteilen ein einfaches iteratives Verfahren angegeben, mit dem die Vorbereitungszeiten für die einzelnen Prüfungsteilgebiete berechnet werden können. Grundlage hierfür ist ein mit der Lagrangeschen Multiplikatorenmethode gewonnener analytischer Ausdruck. Wegen der vorausgesetzten Unabhängigkeit entfällt in diesem Fall die Reihenfolgeproblematik.

Im folgenden soll der von Hilgers (1977) gewählte Ansatz durch die Wahl einer allgemeineren Funktionsklasse zur Beschreibung des Lernfortschritts und durch die Einbeziehung von Transfereffekten erweitert werden. Es wird sich zeigen, daß bis zu einer gewissen Komplexitätsstufe Optimalstratgien allein mit Hilfe von Iterationsverfahren gewonnen werden können, darüber hinaus diese i.a. aber nur noch mit Hilfe von Simulationstechniken wie der Monte-Carlo Methode wahrscheinlich gemacht werden können.

2. Einige Begriffe und Sätze der Nichtlinearen Optimierung

Bekanntlich nimmt jede differenzierbare, insbesondere also stetige Funktion f, die über einer kompakten Menge $M \subset \mathbb{R}^n$ definiert ist, ein absolutes Maximum an. Um sicherstellen zu können, daß die bekannten Iterationsverfahren in jedem Fall zu einer näherungsweisen Berechnung des Punktes führen, an dem die Funktion f ihr absolutes Maximum annimmt, sind an diese Funktion f weitergehende Forderungen zu stellen. Hierzu zunächst einige Definitionen.

Def. 1: Eine Menge $B \subset \mathbb{R}^n$ heißt konvex genau dann wenn für alle $x, y \in B$ und $0 \leq \alpha \leq 1$, $\alpha \in \mathbb{R}$, gilt $\alpha \cdot x + (1 - \alpha) \cdot y \in B$.

Die nachfolgende Definition ist entbehrlich, erleichtert jedoch die späteren Betrachtungen.

Def. 2: B sei eine konvexe Teilmenge des $\mathbb{R}^n$, g eine Funktion von B nach $\mathbb{R}$.

(i) g heißt konvex in B genau dann wenn für alle $x, y \in B$ und $\alpha \in \mathbb{R}$ mit $0 < \alpha < 1$ gilt $g(\alpha \cdot x + (1 - \alpha) \cdot y) \leq \alpha \cdot g(x) + (1 - \alpha) \cdot g(y)$.
Gilt das Gleichheitszeichen im Falle $x \neq y$ nicht, so heißt g streng konvex.

(ii) g heißt konkav (streng konkav) in B genau dann wenn $(-g)$ konvex (streng konvex) in B ist.

Def. 3: B sei eine konvexe Teilmenge des $\mathbb{R}^n$ · g sei eine Funktion von B nach $\mathbb{R}$.

(i) g heißt quasikonvex genau dann wenn für alle $\alpha \in \mathbb{R}$ die Mengen $B_\alpha := \{x \in B \mid g(x) \leq \alpha\}$ konvex sind

(ii) g heißt quasikonkav genau dann wenn $(-g)$ quasikonvex ist.

(iii) Tritt in B_α das Gleichheitszeichen nicht auf, so heißt g streng quasikonvex (quasikonkav).

Für eine Veranschaulichung dieser Definitionen siehe die Bilder 1 – 4.

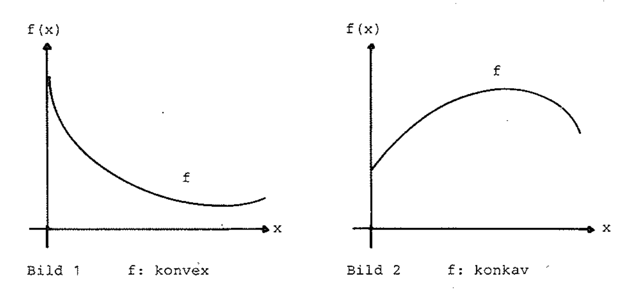


Bild 1 f: konvex Bild 2 f: konkav

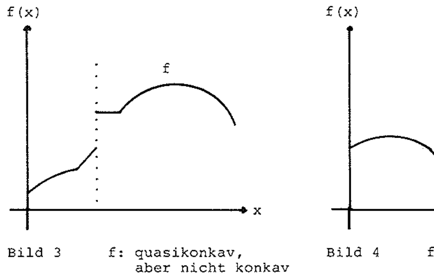


Bild 3 f: quasikonkav, aber nicht konkav

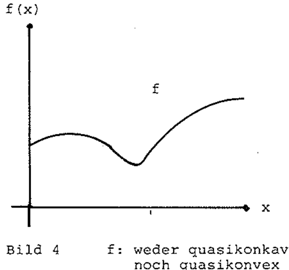


Bild 4 f: weder quasikonkav noch quasikonvex

Folgerung 1:
Ist B eine konvexe Teilmenge des $\mathbb{R}^n$ und g eine Funktion von B nach $\mathbb{R}$, so ist g genau dann quasikonkav, wenn für alle $x, y \in B$ und $\alpha \in \mathbb{R}$ mit $0 \leq \alpha \leq 1$ gilt

$$\min \{g(x), g(y)\} \leq g(\alpha \cdot x + (1-\alpha) \cdot y).$$

Folgerung 2:
$g: B \to \mathbb{R}$, B konvex.
Ist g (streng) konkav, so ist g auch (streng) quasikonkav.

Def. 4: Die Funktion $g: B \to \mathbb{R}$ mit B konvex besitzt in x ein (streng) lokales Maximum genau dann wenn eine offene Umgebung $\mathcal{U}$ von x existiert, derart daß für alle $y \in \mathcal{U}, y \neq x$, gilt: $g(x) \geq g(y)$ $(g(x) > g(y))$.

Satz 1:
B sei eine konvexe Teilmenge von $\mathbb{R}^n$ und g eine (streng) quasikonkave Funktion von B nach $\mathbb{R}$. Jedes lokale Maximum von g ist zugleich auch globales Maximum von g.

Satz 2:
B sei ein konvexe Teilmenge von $\mathbb{R}^n$ und g eine quasikonkave Funktion von B nach $\mathbb{R}$. Jedes streng lokale Maximum von g ist zugleich ein globales (strenges) Maximum.

(Für die einfachen Beweise von Satz 1 und Satz 2 siehe Collatz-Wetterling 1971.)

In den Sätzen 1 und 2 sind hinreichende Bedingungen dafür formuliert, daß ein lokales Maximum zugleich auch globales Maximum ist. Da im einzelnen der Nachweis der Konkavität bzw. der Quasikonkavität sich recht schwierig gestalten kann, wird in einem weiteren Satz eine Regel angegeben, die von quasikonkaven Funktionen ausgehend zu weiteren quasikonkaven Funktionen führt.

Satz 3:
Sind f_i, $1 \leq i \leq k$ und $k \in \mathbb{N}$, quasikonkave Funktionen von B nach $\mathbb{R}$, so ist auch $\sum_{i=1}^{k} f_i$ eine quasikonkave Funktion.

Im folgenden bezeichne T_δ eine Translation in $\mathbb{R}^n$, d.h. T_δ ist eine Funktion von $\mathbb{R}^n$ nach $\mathbb{R}^n$ mit $T_\delta(x) = x + \delta$. Ist $x = (x_1, \ldots x_n) \in \mathbb{R}^n$, so sei $(x)_i := x$ die i-te Komponente von x.

Ist f eine Funktion von $B \subset \mathbb{R}^n$ nach $\mathbb{R}$, so wird jede Funktion $f \circ T_\delta$, die über $B - \delta := \{x \mid x + \delta \in B\}$ definiert ist, für $\delta \in \mathbb{R}^n$ als eine Translation von f bezeichnet, hierbei ist $\circ$ die Verkettung zweier Funktionen, d.h. $f \circ T_\delta(x) := f(T_\delta(x))$. Ist $(\delta)_i = \rho > 0$ und $(\delta)_j = 0$ für $j \in \{1, \ldots, n\} \setminus \{i\}$, so soll von einer positiven Translation im i-ten Argument gesprochen werden.

3. Zur Herleitbarkeit von Optimalstrategien

Der Ansatz von Hilgers (1977) ging von „Lernfunktionen" der Gestalt (4) aus. Nun zeigen zwar die Untersuchungen im Bereich der mathematischen Lernpsychologie, daß sich im wesentlichen alle Lernprozesse bei *spezifischen Aufgabenstellungen* durch Lernfunktionen dieses Typs beschreiben lassen, doch im algemeinen kann die Zunahme des Lernfortschritts mathematisch exakt nur durch eine Überlagerung von verschiedenen Lernfunktionen der Gestalt (4) erfaßt werden. Im weiteren wird daher von einer Funktion, die den Lernfortschritt im i-ten Teilgebiet charakterisieren soll, nur verlangt, daß sie zwischen zwei Grenzen $\omega_i \cdot p_i$ und ω_i (s.o.) liegt und in jedem Argument monoton wachsend und quasikonkav ist. Im i-ten Argument soll sie streng monoton sein. Hierdurch wird dann insbesondere der Fall der Überlagerung von Lernfunktionen der Gestalt (4) mitbehandelt.

Im Anschluß an Frank (1978) kann die in der Literatur übliche Unterscheidung zwischen manifestem Transfer (Inhaltstransfer) und latentem Transfer (Strukturtransfer) auf der Grundlage von Lernfunktionen der Gesalt (4) dadurch charakterisiert werden, daß Inhaltstransfer nur zu einer Erhöhung der „Vorkenntnisse" p_i führt, Strukturtransfer hingegen den Wert a_i zu einem Wert α_i vergrößert (positiver Transfer) oder verkleinert (negativer Transfer). Diese Kennzeichnung läßt sich in natürlicher Weise auf die Funktionsklasse, die hier betrachtet werden soll, verallgemeinern. Dem Inhaltstransfer auf das i-te Teilgebiet entspricht dann eine positive Translation T_δ im i-ten Argument von derjenigen Funktion, die den Lernfortschritt in diesem Teilgebiet beschreibt, wobei sinnvollerweise die Zusatzforderung gestellt werden muß, daß bei gleicher Ausgangssituation im i-ten Teilgebiet mindestens so viel über L_i gelernt wird wie in einem anderen Teilgebiet.

Dem Strukturtransfer hingegen entspricht eine Dehnung dieser Funktion in demselben Argument. Eine mathematische Präzisierung dieser Aussage wird weiter unten erfolgen.

In den folgenden Betrachtungen wollen wir uns auf eine vorgegebene Anordnung der Lehrstoffe beschränken und damit die Reihnfolgeproblematik umgehen. Diese kann zwar *im Prinzip* dadurch gelöst werden, daß das Maximum der Zeugnisfunktion unter allen kombinatorisch möglichen Lehrstoffanordnungen bestimmt wird, die Anzahl der dabei auftretenden Kombinationen kann aber u.U. so groß werden, daß ein solches Verfahren nicht mehr praktikabel ist.

Unter der Voraussetzung einer vorgegebenen Lehrstoffolge ist dann für die Bestimmung der Optimalstrategie nur noch die Angabe der Zeiten t_i, $1 \leq i \leq N$, die jeweils aufgewendet werden sollen, erforderlich.

Zunächst kann festgehalten werden:

1) Es existiert auch bei Vorliegen von Transferprozessen eine Optimalstrategie. Dies ergibt sich aus der Stetigkeit der Zeugnisfunktion, da der durch die Nebenbedingungen

$$\sum_{i=1}^{N} t_i = T \quad \text{und } t_i \geq 0 \; (1 \leq i \leq N)$$

festgelegte Definitionsbereich kompakt ist.

2) Effektive Verfahren zur Herleitung einer solchen Optimalstrategie sind dann vorhanden, wenn die hinreichenden Bedingungen für die Identität von lokalen und absoluten Maxima erfüllt sind.

3) Sind die hinreichenden Bedingungen für jedes Summenglied der Zeugnisfunktion erfüllt, so nach Satz 3 auch für die Zeugnisfunktion selbst.

Es soll jetzt die Erfüllbarkeit dieser hinreichenden Bedingungen bei den verschiedenen Transferarten untersucht werden.

a) Inhaltstransfer

Unter Inhaltstransfer oder manifestem Transfer wird hier diejenige spezifische Übungsübertragung verstanden, die sich daraus ergibt, daß bestimmte Lernelemente sowohl in dem Lehrstoff L_i als auch in dem Lehrstoff L_j vorkommen.

Um den formalen Aufwand gering zu halten, werde angenommen, daß der Lehrstoff nur aus zwei Lehrstoffgebieten L_1 und L_2 besteht. (Der allgemeine Fall ergibt sich leicht aus dem hier betrachteten Fall.) L_1 werde vor L_2 gelehrt. Der Anteil der Lernelemente von L_1, die in L_2 enthalten sind, sei ω_{21}.

$f_2(t_2,t_1;\omega_{21})$ sei diejenige Funktion, die den Erwartungswert für die Prüfungsleistung im zweiten Teilgebiet angibt, wenn der Lehrstoff L_1 in der Zeit t_1, danach der Lehrstoff L_2 in der Zeit t_2 angeboten worden sind. ω_{21} tritt hierbei als Parameter auf.

Da Inhaltstransfer vorliegen soll, ist die im 2-ten Teilgebiet zu erwartende Prüfungsleistung $f_2(t_2,t_1;\omega_{21})$ gleich einer Translation derjenigen zu erwartenden Prüfungsleistung, die sich ergibt, wenn L_1 nur für eine Zeit t_1-s, $0 \leq s < t_1$, gelehrt wird, d.h. es existiert eine Funktion δ_2 mit

$$(5) \quad f_2(t_2,t_1;\omega_{21}) = f_2 \circ T_{(\delta_2(s;\omega_{21}),0)}(t_2,t_1-s)$$
$$= f_2(t_2 + \delta_2(s;\omega 21), t_1-s;\omega_{21}),$$

wobei die oben schon erwähnte Zusatzbedingung lauten muß:

$$(6) \quad \delta_2(s;\omega_{21}) \begin{cases} \leq s & \text{falls } s>0 \\ =s & \text{falls } s=0\text{, und } \delta_2 \text{ monoton wachsend.} \\ \geq s & \text{falls } s<0 \end{cases}$$

Die hier genannten Bedingungen (5) und (6), die den Inhaltstransfer charakterisieren, reichen jedoch nicht aus, um f_2 wenigstens als quasikonkav zu erweisen, was genügen würde, um die Identität von lokalem und absolutem Maximum behaupten zu können.

Damit f_2 quasikonkav ist, müßte nämlich aus

$$(7) \quad f_2(s_1,t_1) \leq f_2(s_2,t_2)$$ (Der Parameter ω_{21} wird hier und im folgenden nicht mehr mit angezeigt)

für $0<\alpha<1$ folgen

$$(8) \quad f_2(s_1,t_1) \leq f_2(\alpha \cdot s_1+(1-\alpha)\cdot s_2, \alpha \cdot t_1+(1-\alpha)\cdot t_2).$$

Wegen (5) gilt

$$(9) \quad f_2(\alpha s_1+(1-\alpha)\cdot s_2,\alpha \cdot t_1+(1-\alpha)\cdot t_2) = f_2(\alpha \cdot s_1+(1-\alpha)\cdot s_2+\delta_2((1-\alpha)\cdot(t_2-t_1)),t_1).$$

Mittels einer trivialen Umformung ergibt sich

$$(10) \quad f_2(s_1, t_1) = f_2(\alpha \cdot s_1+(1-\alpha)\cdot s_2+(1-\alpha)\cdot(s_1-s_2),t_1).$$

Auf Grund der vorausgesetzten strengen Monotonie von f_2 im 1. Argument müßte wegen (8), (9) und (10) gelten

$$(11) \quad \delta_2((1-\alpha)\cdot(t_2-t_1)) \geq (1-\alpha)\cdot(s_1-s_2).$$

(5) und (7) liefern zusammen mit der strengen Monotonie von f_2 jedoch nur

$$(12) \quad \delta_2(t_2-t_1) \geq s_1-s_2.$$

Das heißt, nur wenn die Implikation (12) ⇒ (11) richtig ist, ergibt sich die Quasikonkavität von f_2. Als positives Resultat ergibt sich damit aber unmittelbar die

Folgerung 3:
Ist die die Translation näher bestimmende Funktion δ_2 (streng) konkav, so ist f_2 (streng) quasikonkav.

Läßt sich der Lernfortschritt über Lernfunktionen der Gestalt (4) beschreiben, so ergibt sich leicht mit Folgerung 3 und Satz 3, daß in diesem Fall die Zeugnisfunktion streng quasikonkav ist und damit lokales und absolutes Maximum zusammenfallen.

b) Strukturtransfer

Ohne eine weitergehende Präzisierung vornehmen zu wollen, sei unter Strukturtransfer hier diejenige spezifische Übungsübertragung verstanden, die durch Herausbildung von entsprechenden „Operator"-Regeln hervorgerufen wird, womit Regeln gemeint sind, die Beziehungen zwischen Elementen von evt. mehreren Zustands- oder (und) Handlungsmengen herstellen. Damit sollen auch Kennzeichnungen erfaßt sein, die von Reiz- und Responsegeneralisation u.a. ausgehen.

Es wird die Situation betrachtet, daß nur der Lehrstoff L_1 Strukturtransfer auf einen oder mehrere der Lehrstoffteilgebiete $L_2, \ldots, L_N$ ermöglichen soll. wobei man sich ohne Beschränkung der Allgemeinheit auf den Fall $N = 2$ beschränken kann.

L_1 werde wiederum vor L_2 gelehrt. Der Erwartungswert für die Prüfungsleistung im 2. Teilgebiet wird dann durch eine Funktion $g_2(t_2,t_1)$ angegeben, wobei t_2 und t_1 die Lernzeiten für die jeweiligen Teilgebiete L_2 und L_1 bezeichnen. Der Strukturtransfer von L_1 und L_2 in der Zeit t_1 soll über eine Dehnung von g_2 im 1. Argument erfaßt werden:

$$(13) \quad g_2(t_2,t_1) = g_2(K(t_1,t_2),0),$$

wobei K eine Funktion von $\mathbb{R}^2$ nach $\mathbb{R}$ ist.

Diese Forderung scheint für Strukturtransfer zwar schon sehr restriktiv zu sein, da sich aber bereits unter dieser Bedingung (13) ein negatives Resultat erzielen läßt, kann man sich für den hier beabsichtigten Zweck mit dieser Charakterisierung begnügen.

Für die Identität von lokalem und absolutem Maximum ist nach Satz 2 die Quasikonkavität von g_2 hinreichend. Nach Folgerung 1 ist g_2 quasikonkav, wenn die Implikation

$$g_2(s_2,s_1) \leq g_2(t_2,t_1) \Rightarrow g_2(s_2,s_1) \leq g_2(\alpha\cdot s_2+(1-\alpha)\cdot t_2, \alpha\cdot s_1+(1-\alpha)\cdot t_1)$$

für $0 < \alpha < 1$ erfüllt ist.

Wegen (13) ist dies aber äquivalent zu

$$(14) \quad g_2(K(s_1,s_2),0) \leq g_2(K(t_1,t_2),0)$$
$$\Rightarrow g_2(K(s_1,s_2),0) \leq g_2(K(\alpha\cdot s_1+(1-\alpha)\cdot t_1, \alpha s_2+(1-\alpha)\cdot t_2),0).$$

Da nach Annahme g_2 im 1. Argument streng monoton wachsend ist, ist (14) äquivalent zu

$$K(s_1,s_2) \leq K(t_1,t_2) \Rightarrow K(s_1,s_2) \leq K(\alpha\cdot s_1+(1-\alpha)\cdot t_1, \alpha\cdot s_2+(1-\alpha)\cdot t_2).$$

Damit ergibt sich die

Folgerung 4:
Unter der Bedingung (13) gilt: g_2 ist genau dann quasikonkav, wenn K quasikonkav ist.

Die Annahme, daß diese im Fall des Strukturtransfers auftretenden „Dehnungsfunktionen" K immer quasikonkav sind, läßt sich jedoch über keine theoretischen Überlegungen begründen und erscheint, wie das folgende auf Lernfunktionen der Gestalt (4) zurückgreifende Beispiel zeigt, auch wenig plausibel.

Beispiel:
$B := \{(x, y) \mid (x, y) \in \mathbb{R}^2, x \geq 0, y \geq 0\}$, $0 \leq a < b \leq 1$, $\tau \in \mathbb{R}$

$g_2 : B \to \mathbb{R}$ sei definiert durch $g_2(x, y) := 1-(1-\varphi(y))^x$, wobei φ, definiert durch

$$\varphi(y) = \begin{cases} a + \frac{(b-a)}{\tau} \cdot y & \text{für } 0 \leq y \leq \tau \\ b & \text{für } y > \tau \end{cases}$$

eine Abbildung von $\mathbb{R}$ nach $\mathbb{R}$ ist.

In diesem Fall ist, wie sich leicht zeigen läßt, die zu g_2 gehörende „Dehnungsfunktion" K, die der Gleichung

$$K(y, x) = x \cdot \frac{\ln(1-\varphi(y))}{\ln(1-a)}$$

genügt, nicht quasikonkav.

4. *Zusammenfassung und Schlußfolgerung*

Das Verfahren von Weltner (1976) zur Lehrzielauswahl bei Lernzeitbegrenzung stellt zugleich ein sehr effektives Verfahren zur Prüfungsoptimierung dar, beruht aber auf sehr restriktiven Annahmen über die Lernfortschrittsfunktion. Hilgers (1977) hat einen realistischeren Ansatz dem gegenübergestellt und konnte unter Vernachlässigung von Transfer- und Vergessenseffekten einen sehr einfachen Algorithmus für die Bestimmung einer Optimalstrategie angeben. In dieser Arbeit ist der Versuch gemacht worden, auf der Basis einer sehr viel allgemeineren Lernfortschrittsfunktion, die sowohl den Weltnerschen wie auch den Hilgersschen Ansatz umfaßt, und unter Berücksichtigung von Transfereffekten Aussagen darüber zu treffen, unter welchen Bedingungen effektive Verfahren zur Bestimmung einer Optimalstrategie vorhanden sind. Zu diesem Zweck wurde zunächst eine in der Idee auf Frank (1978) zurückgehende Charakterisierung von Inhalts- und Strukturtransfer vorgenommen. Konnte man Vergesseneffekte vernachlässigen, so zeigte sich, daß im Falle von Inhaltstransfer bereits eine sehr schwache Voraussetzung die Existenz von iterativen Verfahren zur Ermittlung einer Optimalstrategie garantiert. Hingegen ist bei Vorliegen von Strukturtransfer eine so starke Anforderung an die Lernfortschrittsfunktionen zu stellen, daß sie in vielen Fällen nicht erfüllt sein wird. In all diesen Fällen sind für die Bestimmung einer Optimalstrategie Simulationsverfahren heranzuziehen.

Schrifttum

Bosnjaković, B.; Simons, D.:Ein Algorithmus zur Optimierung von Lehrsequenzen unter Berücksichtigung der Kohärenzlänge, grkg, Bd. 18, Heft 2, 1977, S. 29-36.

Collatz, L. & Wetterling, W.: Optimierungsaufgaben, 2. Auflage, Berlin-Heidelberg-New York 1971.

Frank, H.: Grundlagen und sprachpädagogische Anwendung einer informationstheoretischen Transferanalyse, grkg Bd. 19, Heft 3, 1978, S. 75-88.

Hilgers, R.: Zur formalen Theorie und didaktischen Konstruktion von Lehr- und Prüfprogrammen, Diss. GHS Paderborn, 1977.

Simons, D.: Lehrweggenerierung mit Methoden der Dynamischen Programmierung, grkg Bd. 15, Heft 1, 1974, S. 27-29.

Weltner, K.: Lernen im Zusammenhang: Ein Versuch zur Ermittlung optimaler Lehrstoffanordnungen, grkg Bd. 15, Heft 4, 1974, S. 103-110.

Weltner, K.: Über ein Verfahren zur Bestimmung der optimalen Reihenfolge für Lehrstoffanordnungen in: Lobin, G. (Hrsg.): Kybernetik und Bildung I, Paderborn-Hannover 1975, S. 104-113.

Weltner, K.: Lehrzielauswahl bei Lernzeitbegrenzung, grkg Bd. 17, Heft 1, 1976, S. 1-8.

Eingegangen am 3. Mai 1983

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Math. H. Wagner, Almestr. 4, D-4796 Salzkotten-Oberntudorf bei Paderborn

On the Question of Deducing Optimal Strategies for Preparing for Examinations (Summary)

The Weltner-procedure (1978) for choice of learning-aim in the case of restricted learning-time can also be put to effective use in optimizing examinations. Unfortunately, this procedure is based upon highly restrictive conditions imposed on the function of learning-progress. Hilgers (1977) proposed a more realistic alternative approach and was able to offer a very simple algorithm for determining optimal strategy if transfer and obliviation effects were neglected. On the basis of a highly generalized function of learning-progress that respects the Weltner as well as the Hilgers approach and taking transfer effects into account, we look for preconditions for effective means of determining an optimal strategy. For this purpose we start with a characterization of substantive and structural transfer that goes back to an idea mooted by Frank (1978). Neglecting obliviation we observed that in the case of substantive transfer a fairly weak precondition is sufficient to guarantee the existence of iterative mehtods for determining an optimal strategy. On the other hand, the existence of structural transfer puts conditions on the function of learning progress that can hardly be met. In all these cases simulation techniques are essential for determining optimal strategy.

Pri la demando dedukti optimalajn strategiojn por prepari ekzamenojn (Resumo)

La metodo de Weltner (1976) por la elekto de instrucelo ĉe restriktita lerntempo estas tre efika por optimado de ekzameno nur ĝi baziĝas sur tre restriktaj kondiĉoj pri la funkcio de lernprogreso. Hilgers (1977) ofertis anstataŭe pli realecan alirmanieron kaj nekonsiderante transferajn kaj forgesajn efikojn sukcesis doni tre simplan algoritmon por la determinado de optimala strategio. Surbaze de ĝeneraligita funkcio de lernprogreso kiu prikonsideras kaj la Weltner- kaj la Hilgers-alirmanierojn kaj prikonsiderante transferefikojn, ni serĉas antaŭkondiĉojn por efikaj manieroj determini optimalan strategion. Por tiu celo ni komencas per karakterizado de enhava kaj struktura transferoj kiu plutraktu ideon de Frank (1978). Ne rigardante forgeson ni rimarkas ke en la kazo de enhava transfero sufiĉe malforta antaŭkondiĉo sufiĉas por garantii ekziston de iterativaj metodoj por determini optimalan strategion. Aliflanke la ekzisto de struktura transfero postulas tiel striktajn kondiĉojn al la funkcio de lernprocedo ke oni apenaŭ povas plenumi ilin. En ĉiuj tiuj kazoj similaj teknikoj necesas por determini optimalan strategion.

grkg/Humankybernetik
Band 24 · Heft 2 (1983)
Gunter Narr Verlag Tübingen

Skizo de respondkonstruiga instruaŭtomato laŭŝtupe plikompleksigebla

de Horst RICHTER, Bad Lippspringe (D)

El la iama FEoLL-Institut für Kybernetische Pädagogik, Paderborn (D)

Dediĉita al prof. d-ro Helmar Frank okaze de lia 50-jariĝo

1. *Enkonduko*

La Programita Instruado (mallonge PI) plenumas laŭdifine ĉiam la jenajn tri neprajn postulojn (vidu bildon 1):

1. *La postulo de instruobjektigo* (o) postulas anstataŭi la senperan instruadon de la instruisto per tiucele programita perilo.
2. *La postulo de eksterigenda propra agado de lernanto* (e) postulas inter la unuopaj instrupaŝoj po unu propran agadon (respondo, reago) de la lernanto.
3. Laŭ *la postulo de tempa adaptiĝo* de la instrusistemo al la rapideco de la lernanto (z) la unuopaj instrupaŝoj komenciĝu ne sendepende de la konduto (la reago) de la lernanto.

La plejmulto el la planoj agnoskas kvaran postulon:

4. Laŭ *la postulo de tujeco* (k) la tempo inter la respondo de la lernanto kaj ties prijuĝo, kiun oni konsideras komenco de sekva instrupaŝo, estu kiel eble plej mallonga; ĝi ampleksu maksimume la nundaŭron (malpli ol 10 sek.).

Skinner kaj la anoj de lia klerigteknologia skolo starigas kvinan postulon:

5. Laŭ *la postulo de etaj paŝoj* (s) ĉiu instrupaŝo estu konvene malgranda. En la literaturo troviĝas tri precizigoj de ĉi postulo: (1) la necesa prilabortempo estu aritme ne pli ol dudek ĝis kvardek sekundoj; (2) la transinformacio de unu instrupaŝo estu nur ĉirkaŭ 10 ĝis 20 bitoj; (3) ĉiu instrupaŝo finiĝu per demando ĝuste respondebla per 90% - 95% de la lernantoj.

Sesa postulo, reliefigita precipe far Crowder, ofte ne estas akordigebla kun la Skinner-postulo kaj estas *tiam* rigardenda kiel alternativo:

6. *La postulo de la voja adaptiĝo* (w) postulas ke por diversmaniere reagantaj lernantoj la plua instruvojo ne ĉiam estu la sama, sed okazu disbranĉigo. (La tempo bezonata por prilabori disbranĉigan instrupaŝon mezume ampleksas ĉirkaŭ 120-180 sekundojn, kontraŭe al la Skinner-postulo.)

Instrusistemo plenumanta ĉiujn tiujn postulojn ne nur antaŭkondiĉigas tian programadon sed (precipe pro la sesa postulo!) jam sufiĉe ampleksan teknikaĵon. Estos skizata la

objektigita instruado

1. La postulo de instru-objektigo (o)

propra agado de la adresito

2. La postulo de propra agado de la adresito (e)

tempa adaptado de la komenco de instrupaŝo

3. La postulo de tempa adaptado (z)

mallonga atendado ĝis la pri-juĝo

4. La postulo de tempa tujeco (k)

20-40 sek. lerntempo
90-95 % ĝustaj respondoj
10-15 bit transinformo

lernado per laŭeble malgrandaj paŝoj

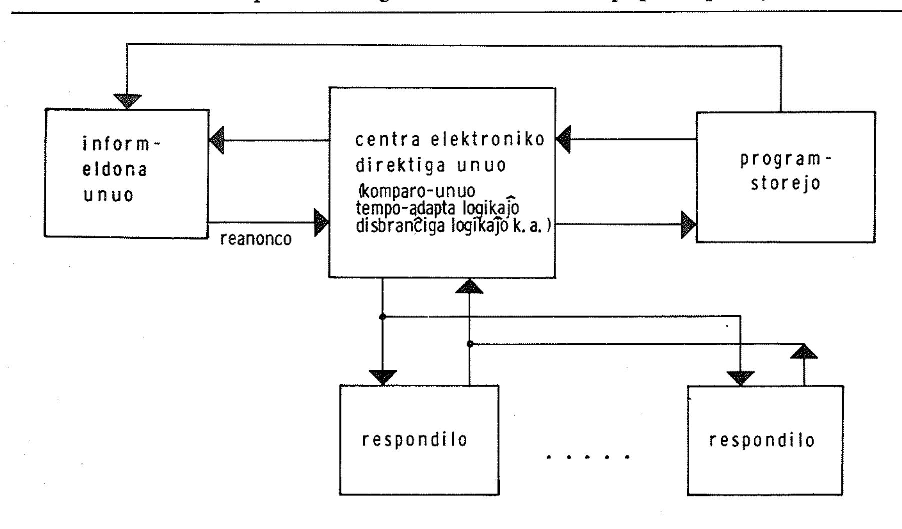
5. La SKINNER-postulo aŭ la postulo de laŭeble malgrandaj paŝoj (s)

voja adaptado

6. La CROWDER-postulo aŭ la postulo de voja adaptado (w)

$$PI =_{Df} o \& e \& z \& (s \vee w \& k).$$

Bildo 1: La 6 postuloj de programita instruado (laŭ FRANK/MEDER, 1971)



Bildo 2: Principoj de instruaŭtomato por paralela instruado

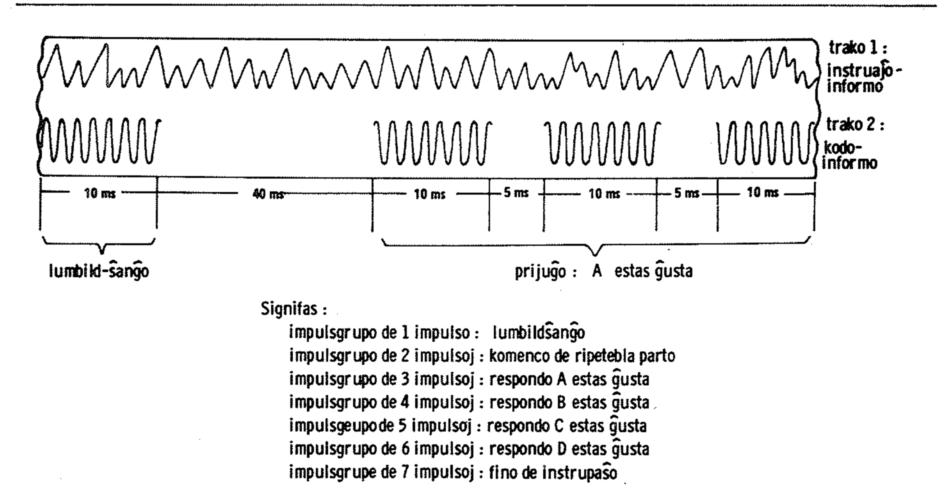
ideo de tia aŭtomato, ŝtupon post ŝtupo pliampleksigebla kaj ebliganta ne nur respondojn per elekto el proponita repertuaro sed per pli-malpli libera „vortigo" (konstruado).

2. *La instruaŭtomato Robbimat kiel ebla antaŭŝtupo de la evoluigenda aŭtomato*

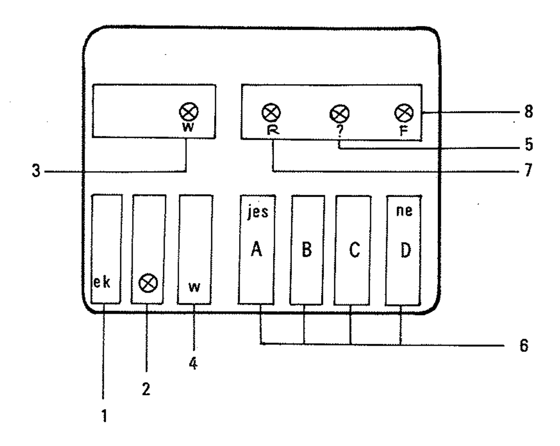
La PI-postuloj o kaj k estas realigeblaj jam per filmo, sonbild-prezentilo, videobend-aparato ktp - se oni akceptas kiel „prijuĝon" la sciigon de la ĝusta respondo, kiun la lernanto mem komparu kun la far li trovita.

La plenumo de la postulo e necesigas la enkondukon de kunligenda respondilo. Postulo z nur estas plenumebla per pliampleksigo de la elektronikaĵo montrita per bildo 2 por la ĝenerala kazo de „paralelinstrua aŭtomato", t.e. instruaŭtomato por klaso da lernantoj. Ĝi inkluzivas kaze de nur 1 lernanto la unuopulinstruan aŭtomaton. Kadre de la sekvaj konsideroj tiu ĉi diferenco ne gravas. La inform-eldonilo servas al transdono de la aŭdvida instruaĵ-informo al la lernantoj. La program-storilo storas la instruprogramon - t.e. kaj la instruaĵ-informon kaj la t.n. kodinformon (vidu bildon 3) - ekz. per kasedsonbendo. La centra elektroniko estas la direktiga unuo zorganta ekzemple pri kunagado de informo-eldonilo, programstoro, kaj respondilo.

La funkci-maniero de la centra elektroniko klariĝas helpe de la respondilo, kies realigon por Robbimat montras bildo 4. Kiam la centra elektroniko postulas respondon, ĝi lumigas la tiean alvok-lampeton (5) kaj (konforme al PI-postulo e la lernanto premos la respondilo-klavon (6) koresponde al la respondo ĝusta laŭ lia opinio. Tuj poste li ekscias pro lumiĝo de lampeto „ĝusta" (7) aŭ „malĝusta" (8) la prijuĝon (vidu PI-postulon k. La centra elektroniko zorgas pri la prijuĝo en la sinsekvo ĵus priskribita kaj ebligas al la lernanto doni per la ripetoklavo (4) la deziron, ke instrupaŝoj aŭ partoj de instru-

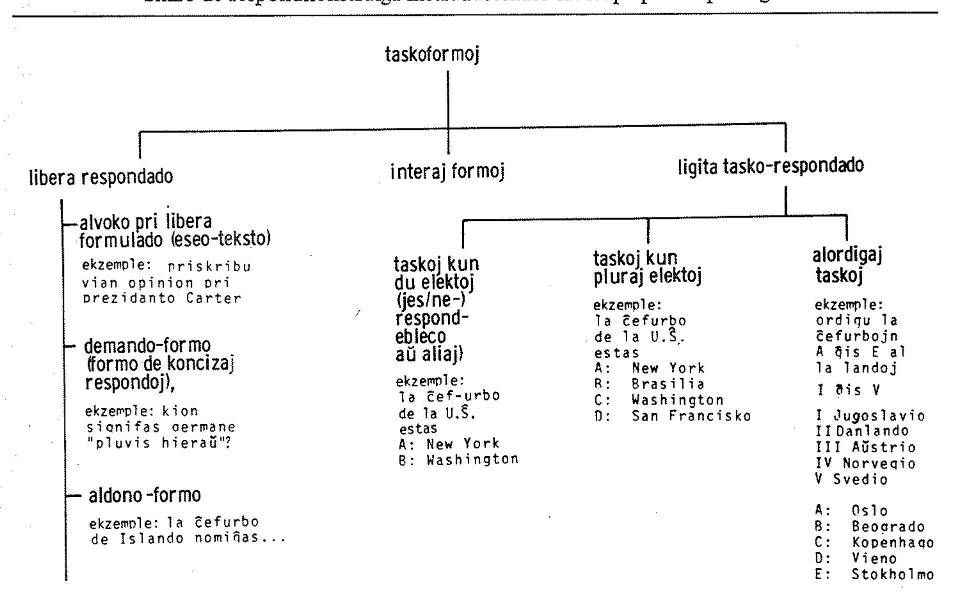


Bildo 3: Ekzemplo de ebla surbendigo de instruaĵ- kaj kodinformoj de la instru-aŭtomato Robbimat (Tiel la programoj estas enmetendaj en la instruaŭtomaton Robbimat. Vd. RICHTER, 1968; WEITZ, 1970)



Bildo 4: Respondilo Robbimat SIMPLEX

1: ekŝaltilo
2: kontrollampo por ekŝaltilo
3: lampo „ripeto eblos"
4: ripeto-klavo
5: lampo „respondu"
6: respondo-klavoj
7: lampo „ĝusta"
8: lampo „malĝusta"



Bildo 5: Klasifiko de taskoformoj

paŝoj estu ripetotaj, kaze ke la ripeteblo estis anoncita per lampeto 3 (do, ankaŭ PI-postulo z estas plenumita). Se oni deziras vojan adaptiĝon laŭ la CROWDER-postulo w, malgranda komputilo kiel centra elektroniko utilas.

Per instruaŭtomato laboranta kun elekto-respondoj oni povas instrui nur certan procentaĵon de la instruaĵoj (vd. ekz. B.S.Meder, 1973). Por diversaj instruaĵoj kaj instruceloj la lernanto devus libere formuli (vortigi) la respondon. Tio necesigas aldonon, kiu ebligas respondojn ekzemple per la klavaro de tajpilo.

3. *Bazaj ideoj por la evoluigo de respondkonstruiga instruaŭtomato*

3.0 *Klasifiko kaj prijuĝo de la eblaj respondformoj*

Bildo 5 klasifikas la diversajn tasko-formojn . La avantaĝoj kaj malavantaĝoj de la unuopaj tasko-formoj estas montritaj en bildo 6.

3.1 *Prijuĝalgoritmoj kaze de libere formulitaj respondoj*

Oni diferencigas la sekvontajn komparigajn subprogramojn por kompari la donitajn respondojn kun la antaŭviditaj (Cyranek, 1973, Freibichler, 1976).

a) *Ekzakta komparo.* La adresato-respondo estas prijuĝita ĝusta, se signon post signo ĝi egalas al la postulita respondo.

b) *Procenta komparo.* Kongruo inter respondo kaj antaŭvidita respondo necesas nur je certa procentaĵo antaŭe fiksebla.

c) *Respond-parta komparo.* La respondo rajtas diferenci de la postulita respondo je certaj signoj antaŭe fikseblaj.

d) *Laŭkonsonanta komparo*. La konsonantoj de la respondoj donita kaj antaŭviditaj devas kongrui.

e) *Fonetika komparo*. La respondoj donita kaj antaŭviditaj estas transformitaj laŭ certaj reguloj fonetikaj kaj estas poste komparitaj.

Tasko-specoj	Avantaĝoj	Malavantaĝoj
formo de mallonga respondo	ne eblas diveni, partaj scioj ne sufiĉas (laŭŝajne) facile starigebla laŭ enhavo (kvalito) prijuĵo eblas kutima kaj natura tasko-formo	malgranda objektiveco de traktado kaj prijuĝo, malgranda sekureco (precizeco de ripetado) kaj interna konsisto) valido malgranda, prijuĝo longdaŭra kaj streĉa
alternativa tasko (jes/ne, ĝusta/malĝusta)	facile starigebla, simpla traktado, mallonga tempo de prilaborado objektiva prijuĝo kontentiga precizeco de ripetado, vasta taskaro (multaj demandoj doneblaj dum mallonga tempo)	hazardaj solvoj (divenoj), adekvata sekureco nur per granda nombro da taskoj malgranda valido pro influo per influoj personece specifaj neniu diagnostika valoro de la unuopa diraĵo, plursenceco de la demandoj, malfacileco de trovi sencplenajn alternativojn
alordiga tasko	kompakta formo: multo estas ekzamenebla dum mallonga tempo, (laŭŝajne facile starigebla, ekonomia prijuĝado, malgranda loko necesa, objektiveco, sekureco kaj valideco estas ĝenerale adekvataj	malfacileco, trovi sencplenajn alternativojn, sentema je aludoj al solvoj, hazardaj solvoj eblas
elekto-taskoj	objektiva prijuĝo, bona sekureco (sekureco pri ripetado kaj interna konsisto) kontentiga valideco, bona diagnostika koncerno, ekonomie traktebla kaj prijuĝebla (per helpiloj)	hazardaj solvoj ankoraŭ eblas malfacile starigebla (sencplenaj kaj samverŝajnaj alternativoj) ebleco testi la ĝustecon per resolvado malvastaj parto-sciojsufiĉas por solvado nespecifaj faktoroj influas la validecon (ekz. lingva kapableco, risko-preteco)
eseo-testo	kompleksaj povumoj estas testeblaj (laŭŝajne) facile starigebla	neniu mezurilo; objektiveco, sekureco kaj valideco estas nekontentigaj malbona ekonomio, longa tempo por prilaborado, streĉa prijuĝado, limigitaj hazardo-provoj pri la konduto

Bildo 6: Avantaĝoj kaj malavantaĝoj de diversaj respondo-formoj de objektigaj instru-metodoj

La donita respondo ĉiam estas „vorto" en la ĝenerala senco de sinsekvo da signoj el ajna repertuaro. Aro da vortoj, kiuj estas samvaloraj por certa utilo, nomiĝas „evento". Antaŭviditaj povas esti aŭ vortoj (ekzemple certa frazo), aŭ eventoj (ekzemple diversaj samsencaj frazo-variantoj). Kaze de tiaj antaŭviditaj respondeventoj la prijuĝo baziĝas sur

f) *ŝlosilvorta komparo*. La respondo de la lernanto estas kontrolita laŭ ekzisto kaj logika interligo de tielnomataj ŝlosilvortoj aŭ gvidvortoj. Interligoj estas „kaj", „aŭ", „ne". Plue najbareco kaj sinsekvo de ŝlosilvortoj povas esti kontrolitaj (Stahl, 1969).

En studo realigita por la Instituto pei Kibernetika Pedagogio, Freibichler (1976) trovis, ke nenion taŭgus, permesi al la lernanto tro grandan liberecon koncerne la respondon: „Ŝajnas groteske, se pro pedagogiaj imperativoj malĝuste komprenitaj la adresatoj estas instigitaj respondi kiel eble plej libere: ne per nur unu vorto, sed per tuta frazo" (p.81). Pli poste Freibichler skribas: „La (KBI-)programistoj faras problemojn al si mem (Freibichler aludas la tro grandan respondo-liberecon! La aŭtoro), kiujn ili poste solvas per egaj streĉoj kaj je granda fiero". Kiel rezulto de liaj klarigoj estas resumende, „ke la analizo de liberaj respondoj ĉe la komputil-bazigita instruado estu limigita sur la nivelo de la konciza respondo-formo" (p.83). „Se la enhavo kaj formo de la respondo estas limigitaj per la demando la prijuĝado fariĝas ege simpla kaj objektiva" (p.46). Se estu permesitaj nur mallongaj respondoformoj, ĉar la analizo de tutlibere formulitaj respondoj estas tro ampleksa (eble eĉ tute ne eblas), pli forte estiĝas la demando kial ne eblu fari analizojn de liberaj respondoj ankaŭ per sistemoj pli simplaj ol estas la hodiaŭaj komputiloj.

3.2 *Konstru-principoj de respondkonstruiga aŭtomato*

Laŭ niaj ĝisnunaj pripensoj ŝtupece plivastigebla respondkonstruiga instruaŭtomato ŝajnas esti dezirenda. Proponindas kvin konstruŝtupoj:

1) Okazas nur simpla komparo laŭsigna inter la informo antaŭvidita kaj la informo estanta. Indikeblas, kiom da signoj devas kongrui, por ke respondo estu agnoskata kiel ĝusta.

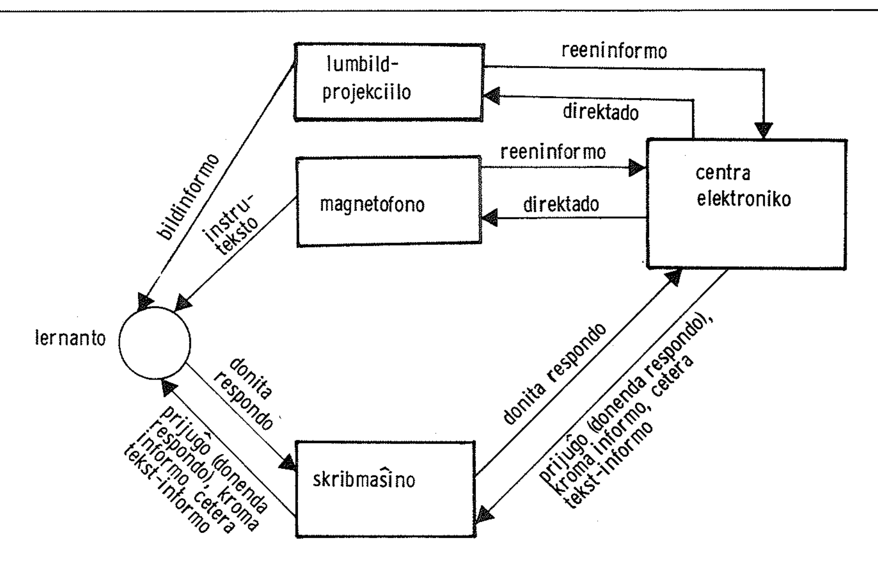
2) Al la unua ŝtupo estu aldonita la jena funkcio: Kiel solvo-helpon la lernanto ricevas partojn de la postulita respondo depende de la nombro de malĝustaj provoj.

3) Aldoniĝu programebla eliminado de („tipaj") eraroj ortografiaj kaj tajpitaj tiel, ke respondo ankaŭ tiam povas esti prijuĝita kiel „ĝusta", kiam en la respondvorto unu signo troas aŭ mankas.

4) Eblu krome enprogramigi plurajn samvalorajn, ĝustajn respondojn kaj „tipajn" malĝustajn respondojn. Al ne-anticipitaj respondoj la instrusistemo reagas per la eldiro „mi ne komprenas vin". Tiu kazo nur malofte okazos, se la uzataj instruprogramoj estas sufiĉe bone testitaj antaŭe (komparu Eckel, 1975).

5) Eblu krome, ke la lernanto respondu per mallongaj frazoj, kiuj estas kontrolotaj laŭ enhavo de ŝlosilvortoj kaj ties logika interligo.

Rilate al la storigo de instruaĵoj kaj direktigaj signaloj oni apogu sin al la jam skizitaj principoj de Robbimat (vd. bildon 3 kaj Richter, 1968). Cetere partoj de la instruaĵo



Bildo 7: Baza skemo de respondkonstruiga instruaŭtomato

povas esti aŭ presitaj (se tajpilo estas uzata) aŭ prezentataj per ekrano (vidu bildon 7). Pro tio, ke la prilaborado de la direktiga informo (duume kodita sur la dua trako; vd. bildon 3) okazas laŭ instrupaŝoj, la memorilo de la respondkonstruiga instru-aŭtomato povas esti malgranda. La rezulto de la komparoj inter antaŭviditaj kaj donitaj respondoj estu alordigita al la kvar elektrespondaj signaloj, de la Robbimat-respondilo (Richter 1968; Weitz 1970). Tranĉopunktoj estu provizitaj tiel, ke Robbimat-respondiloj unuflanke kaj konstruigaj respondiloj kun komparilo aliflanke estas interŝanĝeblaj. Tio havus la avantaĝon, ke instruprogramoj por elektrespondoj povas esti facile adaptataj al la respondkonstruiga aŭtomato.

3.3 *Pri la realigo de respondkonstruiga aŭtomato*

La baza ideo estas, ke speciale konstruita elektroniko por la prijuĝo de konstruitaj respondoj, t.e. vortoj (eĉ el antaŭviditaj eventoj) povas esti pli malmultekosta ol komputilo tiel programita. Oni devas realigi ja nur logikajn funkciojn, kiuj estas bezonataj por laŭinstrupaŝa prijuĝado de la respondoj donitaj. Kaze de la unua konstruŝtupo temas pri simpla elektronikaĵo, kiu precipe ebligas signon post signo kompari la respondojn donitajn kaj antaŭviditajn. Kaze de la pli altaj konstruŝtupoj indikitaj sub 3.2 principe la storo estas pligrandigenda por komparado vorton-post-vorte.

3.4 *Antaŭenrigardo*

Estontaj konceptoj pri instruaŭtomatoj ne povas preterpaŝi novajn aŭdvidajn evoluaĵojn, precipe ne la videobendojn kaj bilddiskojn. La estontajn eblojn de respondkonstruigaj instruaŭtomatoj oni vidu kune kun „Teletext" (vidu BBC, IBA, BREMA, 1976) kaj „Viewdata" (vidu Fedida, 1976) - sistemoj jam elprovitaj kaj enkondukotaj, kiuj ebligas informo-eldonadon per televido-ekrano, depende de la reago de la lernanto.

Bibliografio

BBC, IBA, BREMA: Broadcast Teletext Specification. September 1976.
CYRANEK,G: Antwortanalyseroutinen für rechnergestützten Unterricht. Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe, 1973.
ECKEL,K.: Unterricht mit dem Computer I,II. Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, Frankfurt/M., 1973/75
FEDIDA,S.: Viewdata - an interactive information service for the general public, Telecommunications headquarters, Felixstowe/England, 1976.
FRANK,H. und MEDER,B.S.: Einführung in die Kybernetische Pädagogik, München, 1971, dtv 4108
FREIBICHLER,H.: Aufgabenarten bei objektivierten Lehr- und Testverfahren. Paderborner Forschungsberichte, Band 3. Hannover/Paderborn: Schroedel-Schöningh, 1976.
MEDER,B.S.: Aufstellung und Anwendung eines Medienmerkmalraums unter besonderer Berücksichtigung seiner Rolle bei der Lehrprogrammanpassung. Dissertation, Gesamthochschule Paderborn, 1973.
RICHTER,H.: Beispiele einfacher Lehrautomaten. Funk-Technik 1968, Bd. 23, H. 15, S. 560-562.
STAHL,V.: Ein algorithmisierbares Verfahren zur Beurteilung frei formulierter Adressatenantworten. In: GrKG 10 H.2, 1969, S.51-56.
WEITZ,H.J.: Makrostruktur und Adaptivität des Parallelschulungsautomaten Robbimat. In: B.Rollet u. K.Weltner (Hrsg.): Perspektiven des Programmierten Unterrichts. Wien: Österreichischer Bundesverlag: 1970, S.279-283.

Ricevita la 11-an de oktobro 1982

Adreso de la aŭtoro:
Dipl.-Ing. H.Richter, Detmolder Str. 265, D-4792 Bad Lippspringe

Skizze eines stufenweise erweiterbaren Lehrautomaten für Konstruktionsantworten (Kurzfassung)

Lehrautomaten (vgl. Richter, 1968) bieten den Lehrstoff nach Prinzipien der Programmierten Instruktion an, wobei es von ihrer Komplexität abhängt, in welchem Ausmaß sie diese Prinzipien berücksichtigen. „Klassische" Lehrautomaten wie z.B. der Robbimat arbeiten meist mit Auswahlantworten. Nun ist es für viele Lehrstoffe erforderlich, daß der Lernende seine Antworten nicht aus einem Repertoire vorgegebener Antwortalternativen auswählt, sondern seine Antworten (aus dem Repertoire eines gegebenen Alphabets) konstruieren kann. Man spricht dann von Konstruktions- oder Freiwahlantworten. Aus den Prinzipien derAntwortanalyse beim Großrechner wird das Konzept eines stufenweise ausbaufähigen Freiwahllehrautomaten entwickelt. Während in der einfachsten Ausbaustufe ein Zeichen-für-Zeichen-Vergleich vorgenommen wird, soll in der höchsten Ausbaustufe eine Antwort in kurzen Sätzen möglich sein, die auf das Vorhandensein von Schlüsselwörtern und deren logische Verknüpfung hin untersucht werden. Den Abschluß des Aufsatzes bildet ein Ausblick auf zukünftige Einsatzmöglichkeiten des skizzierten Freiwahllehrautomaten, insbesondere in der Verknüpfung mit neuen Fernseh-Textsysteme im Heimbereich.

Sketch of a teaching automat for constructed answers extensible stage-by-stage (Summary)

Teaching automats (viz. Richter, 1968) present the material to be learned according to the principles of programmed instruction. The extent to which they take these principles into consideration depends upon their complexity. "Classical" teaching automats, e.g. Robbimat, function according to multiple choice. Now there are many subjects in which it is necessary that the learner does not pick his answers out of a repertory of available alternatives but that he constructs them using a given alphabet. In this case one can talk about constructed or free-choice answers. According to the principles of answer analysis by computer a free-choice teaching automat capable of stage-by-stage extension is put into conception. While the primary stage confines itself to a sign-by-sign comparson, the ultimate stage should allow an answer in short sentences which are then scanned for keywords and their logical combinations. There are a number of future applications of this free-choice automat, especially in the context of home-TV text systems.

Skizo de laŭŝtupe etendebla instru-aŭtomato por konstruitaj respondoj (Resumo)

Lernaŭtomatoj (komp. Richter, 1968) prezentas la lernendaĵon laŭ la principoj de la Programita Instruado. Kiomvaste ili tie prikonsideras tiujn principojn dependas de sia kompleksec0. „Klasikaj" lernaŭtomatoj kiel ekz. Robbimat funkcias pere de elektrespondoj. Nun por multaj lernendaĵoj necesas ke la lernanto ne elektu siajn respondojn el repertuaro da antaŭfiksitaj respond-ebloj sed ke li konstruu ilin el donita alfabeto. Tiukaze oni parolas pri konstruitaj aŭ liberelektitaj respondoj. El la principoj de la respondanalizo ĉe granda komputilo evoluiĝas koncepto pri laŭŝtupe konstruebla liberelekta instruaŭtomato. Dum en la komenca ŝtupo de evoluo la komparo okazas signon-por-signo, en la plej alta ŝtupo eblu respondoj konsistantaj el mallongaj frazoj kiujn oni ekzamenu laŭ la ĉeesto de ŝlosilvortoj kaj ilia logika kombinado. Estas antaŭvidataj ebloj por uzo de la ĉi tie skizita liberelekta aŭtomato, precipe en la kunteksto de novaj hejmaj televid-tekstsistemoj.

Mitteilungen * Sciigoj * News * Nouvelles

Kybernetik als Schwerpunktsfach der Gymnasialoberstufe

von Horst BLOCK, Saarbrücken (D) und Helmar FRANK, Paderborn (D)

1. *Vorgeschichte*

Mit dem Schuljahr 1984/85 wird die Integrierte Gesamtschule Saarbrücken Rastbachtal (eine bisher mit dem 10. Schuljahr abschließende Versuchsschule) zur Oberstufe weiterführen, wozu sie mit dem Wirtschaftswissenschaftlichen Gymnasium im Bereich der Sekundarstufe II (11.-13. Schuljahr) zusammengelegt wird. Fest steht, daß den Schülern als ein möglicher Schwerpunkt Wirtschaftswissenschaft im Umfang von 3 Wochenstunden im 11. Schuljahr, und von je 11 Wochenstunden im 12. und 13. Schuljahr verpflichtend angeboten wird; zusätzlich kann ein Grundkurs „Informatik" im Umfang von je 2 Wochenstunden im 11.-13. Schuljahr belegt werden. Die Elternschaft beschloß als Alternative einen Schwerpunkt „Kybernetik" anzustreben, welcher den unveränderten Grundkurs „Informatik" in andere, vorzugsweise nicht-wirtschaftswissenschaftliche Richtungen ausweiten kann. Der Beschluß wurde im Mai 1982 gefaßt. Ein erster Strukturierungsvorschlag aus dem Institut für Kybernetik Berlin & Pderborn vom 22.6.1982 wurde von der Elternarbeitsgruppe positiv aufgenommen, daraufhin am 13.11.1982 beim Paderborner Novembertreffen in einer speziellen Arbeitssitzung mit Fachleuten diskutiert und ein erster zeitlicher Rahmen erstellt. Der Vorschlag wurde im Januar 1983 dem zuständigen Referenten des Ministeriums unterbreitet.

2. *Randbedingungen*

Die geltenden Bestimmungen lassen zwei mögliche Realisierungen eines Schwerpunktfaches Kybernetik zu: die Form des Leistungskurses und die Form des Grundkurses. Die zunächst angestrebte Form des Leistungskurses ermöglicht im 11. Schuljahr zusätzlich zum Grundkurs Informatik für andere Zweige der Kyberntik 3 Wochenstunden vorzusehen. Im 12. und 13. Schuljahr läuft der Informatik-Grundkurs wöchentlich 2-stündig weiter; er kann mit bis zu 9 Wochenstunden (5+2+2) in andere Zweige der Informatik hinein abgerundet werden, wobei an 2 Wochenstunden Wirtschafts- und Sozialkybernetik, an 2 Wochenstunden Sprach- und Bildungskybernetik und an 5 Wochenstunden für andere Zweige der Kybernetik gedacht wird.
Die Form des Grundkurses würde im 11. Schuljahr statt 3 nur 2 Wochenstunden für die „außerinformatische Kybernetik" vorsehen, in den Schuljahren 12 und 13 je nur 2 (statt 9) Wochenstunden. Das Angebot müßte also gegenüber der ersten Form entweder verdünnt oder um ganze Teilgebiete gekürzt werden.
In jedem Falle ist eine Lehrplanung in der Weise so frühzeitig zu leisten, daß die Erstellung eines Kohärenzstrukturdiagramms für den Gesamtkurs, eine Stoffverteilung auf die einzelnen Unterrichtswochen, die Fixierung im Abitur prüfbarer Lehrziele und - im Zusammenhang damit - die Erarbeitung von Musteraufgaben so rechtzeitig vorliegen, daß die Lehrkräfte sich noch einarbeiten können, also bei Beginn im Herbst 1985 spätestens bis Ende 1984.
Es wird angestrebt, im Schuljahr 1985/86 Kybernetik nur als Grundkurs zu beginnen, jedoch im Schuljahr 1986/87 - oder ein weiteres Jahr später - die Ausweitung mit dem dann ins 11. Schuljahr kommenden Schülern auf einen Leistungskurs hin vorzunehmen.

3. *Schrifttum*

Bisher existiert kein Schulbuch, das den angestrebten Gesamtbereich abdecken würde. Für die vorzusehenden allgemeinkybernetischen Lehrstoffe (insbesondere Information-, Kodierungs- und Automatentheorie) liegt mit den Abschnitten 2.0 bis 3.5 der „Kybernetischen Grundlagen der Pädagogik" von Frank eine Lehrstoffzusammenstellung (leider ohne Aufgabensammlung) vor. Teil 5 desselben Werks könnte nach Aktualisierung als Planungsgrundlage für die informationspsychologischen Lektionen verwendet werden. Für die Einführung in die Darstellung kybernetischer Systeme sind Kapitel aus Flechtners „Grundbegriffe der Kybernetik" geeignet. Für die Biokybernetik liefer- ten u.a. Schaefers „Kybernetik und Biologie" für die Sekundarstufe II und Hassenstein didaktische Ausarbeitungen (u.a. im Sammelband „Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften"), zur Informationsästhetik Maser, Gunzenhäuser und Franke, zur Philosophie der Kybernetik nicht zuletzt Stachowiak. Wesentlich umfangreicher und daher auch schwerer für die anstehende Lehrplanung zu verarbeiten ist die vorhandene Literatur zur Ingenieurkybernetik, insbesondere zum Bereich der Regelungstechnik, der Technik der Analog-, Hybrid- und Prozeßrechner und der Automationstheorie. (Der seinerheit stringent geplante Sammelband „Kybernetische Maschinen" von Frank kann höchstens noch von der Strukturierung her als Leitfaden dienen.) Kaum didaktisch um-

gesetzt sind bisher auch die Erkenntnisse im Bereich der künstlichen Intelligenz und der Sprachkybernetik, während für die Bildungskybernetik Textmaterial von Meder, Lansky, Weltner, von Cube, Frank u.a. herangezogen werden kann.

4. *Auswahlprinzip*
Bei der Stoffauswahl für den Schwerpunkt Kybernetik sollen zwei Gesichtspunkte im Vordergrund stehen:
1) Die Kybernetik erwies sich als fruchtbar durch die Aufspürung gemeinsamer Strukturen in verschiedenen Seinsbereichen (Organismen, Automaten, menschliche Gruppierungen), als „Brücke zwischen den Wissenschaften". Anzustreben ist demnach eine begrifflich vereinheitlichende, folgerichtige Darstellung dieser Strukturen und der erforderlichen mathematischen Werkzeuge, sowie - exemplarisch - ihrer Konkretisierungen sowohl im ingenieurkybernetischen als auch im biokybernetischen als auch im humankybernetischen (informationspsychologischen, sprach-, bildungs-, wirtschafts- und sozialkyberntischen) Bereich.
2) Die Kybernetik im umfassenden Wortsinn versteht sich geistesgeschichtlich als (adaptierende) Übertragung mathematischer Methoden aus dem materiell-energetischen („naturwissenschaftlichen") Bereich in den der Information (der „Geisteswissenschaften"). Dies - und nicht nur die sozialen Folgen der Automation - macht die Kybernetik zu einem schulisch zu nutzenden Ansatz zur philosophischen Reflexion auf Wesen und Sinn von Wissenschaft und Technik.
Daneben wird die Stoffauswahl so zu treffen sein, daß für möglichst viele spätere Studiengebiete (Sprachwissenschaft, Nachrichtentechnik, Kunst, Politologie, Pädagogik . . .) ein Zugang entsteht, durch welchen Querverbindungen zu anderen Gebieten offengelegt bleiben, so daß Verständnis und Befähigung zu interdisziplinärer Arbeit erzeugt werden.

5. *Vorgehen*
Gesucht werden Fachleute, die für einzelne Teilgebiete
- Lehrstoffvorschläge durch Stichworte und Schrifttumsverweise ausarbeiten
- diese Inhalte hinsichtlich der für ihre Vermittlung anzusetzenden Unterrichtszeit quantifizieren
- dafür Lehrziele definieren, deren Erreichung (zuletzt im Abitur) abprüfbar ist
- einen Katalog von dementsprechenden Übungs- und Prüfungsaufgaben zusammenstellen helfen
- evt. für ein Skriptum oder einen Lehrbuchentwurf eigene Textbeiträge anbieten.

Es soll dann versucht werden, zu einer Koordination der Einzelbemühungen durch zuständige Gesellschaften und Institute (z.B. die Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik, die Internationale Kybernetik-Gesellschaft und das Institut für Kybernetik Berlin e.V.) zu kommen, die hierfür zentrale Arbeitstagungen veranstalten. -
Diese Mitteilung verfolgt den Zweck, unter den Lesern dieser Zeitschrift nach Fachleuten zu suchen, die bereit wären, zu diesem Versuch einer Einführung der Kybernetik in die Gymnasialoberstufe beizutragen - sei es durch Mitwirkung an der Gesamtplanung, sei es durch konkrete Beiträge (insbesondere Aufgabenformulierungen!) zu Kursteilen oder Einzellektionen - sei es auch durch Weitergabe dieser Mitteilung an andere Fachleute oder durch Benennung solcher Fachleute an die Autoren. Rückäußerungen noch vor dem Wintersemester 83/84 sind besonders willkommen, weil möglicherweise schon im Herbst 83 eine nächste Arbeitssitzung stattfinden wird.

Anschriften der Verfasser/Kontaktadressen:
Studiendirektor Horst BLOCK, Daimlerstr. 15, D-6600 Saarbrücken
Prof.Dr.Helmar FRANK, Kleinenberger Weg 16A, D-4790 Paderborn

Veranstaltungen - Conferences - Konferencoj

Am 14. und 15. Oktober 1983 findet beim Fachbereich 22 der Technischen Universität Berlin eine Arbeitstagung über die Anwendungen von Verfahren der multidimensionalen Skalierung auf Forschungsprobleme der Mathematikdidaktik statt.
Kontaktadresse: Prof.Dr. Uwe Lehnert, Königin-Luise-Str. 73, D-1000 Berlin 33

*

Am 18. und 19. November 1983 veranstaltet die Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik (GWS) ihre Jahrestagung 1983 über „ Angewandte Wirtschafts- und Sozialkybernetik - Neue-Ansätze in Praxis und Wissenschaft" in der Philipps-Universität Marburg, Landgrafenhaus, Universitätsstr. 7. (Die Eröffnungssitzung findet in der Alten Aula der Universität, Lahntor 3, statt.) Das Tagungsprogramm kann angefordert werden bei
Herrn Prof. Dr. B. Schiemenz, Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Abteilung Betriebswirtschaftslehre IV, Am Plan 2, D-3550 Marburg 1

*

Du 25 au 26 de novembre 1983 aura lieu à l'université de Paris V une conférence interlinguistique en langue française. Parleront: L.-J. Calvet (F), B.Despiney-Zochawska (F), M.Duc-Goninaz (F), H.Frank (D), P.Janton (F), G.Pirlot (B), F.Szabo-Felsö (H), H.Tonkin (USA), R.Triolle (F) et J.-P.Van Deth (F).
Renseignements: Armelle Le Puil-Lequint, 5, pl. Lavoisier (61), F-93380 Pierrefitte s/Seine, Tel. 823-79.48

*

1984-06-28/30 veranstaltet die Polnische Kybernetik-Gesellschaft in Warschau die Tagung „CYBERNETICS-84". Konferenzsprache ist Englisch.
Aŭtoroj kiuj preferas verki kaj prelegi en la Internacia Lingvo ricevos pli malfruan limdaton se ili anoncos la titolon ne oli malfrue ol en Julio 1983.
Adresse: Polskie Towarzystwo Cybernetyczne, ul. Mokotowska 24, PL-00561 Warszawa

*

AILA BRUSSELS 84, der 7. Weltkongreß der Angewandten Linguistik, findet vom 5.-10. August 1984 in Brüssel statt.
Vortragsanmeldungen (30 Min. Vortragszeit) mit Kurzfassung (2 Seiten lang in englischer, französischer oder niederländischer Sprache) sind bis spätestens 1. September 1983 einzureichen bei AILA World Congress 1984, University of Brussels ITO/VUB, Pleinlaan 2, B-1050 Brussels

Veranstaltungsbericht - Komuniko

Okazis Internacia Seminario inter la 7-a kaj 12-a de decembro 1982 en Bad Saarow/DDR, sub la aŭspicio de Universala Esperanto-Asocio pri „Aktualaj problemoj de scienca kaj teknika aplikado de Esperanto". Diskutis kaj prelegis 34 fakuloj el 11 landoj.

Hinweise

In der von Prof. Dr. Jörg Baetge, Prof. Dr. Heribert Meffert und Prof. Dr. Karl-Ernst Schenk herausgegebenen Reihe „Wirtschaftskybernetik und Systemanalyse" ist der Band 8 (im Verlag Duncker und Humblot, Berlin - München) erschienen, herausgegeben von Rolf Pfeiffer und Helmut Lindner unter dem Titel „Systemtheorie und Kybernetik in Wirtschaft und Verwaltung" - Beiträge zur Tagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkyberneik 1981.

Außerdem möchten wir unsere Leser auf folgende Neuerscheinung aus dem Erich Schmidt Verlag Berlin-Bielefeld-München aufmerksam machen: Grundlagen und Praxis der Betriebswirtschaft.

*

Im Zusammenhang mit dem Konkurs der Hermann Schroedel Verlag KG wurden durch ein bedauerliches Versehen alle Restbestände der Jahrgänge 1972-1981 (Band 13-22) der Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft vernichtet. Diese Nummern haben damit einen hohen Seltenheitswert erhalten. Das Institut für Kybernetik ist in der Lage, aus den noch ungenutzten Verfügungsexemplaren der Redaktion folgende Angebote zusammenzustellen:

1. Eine Sammlung GrKG bis einschleißlich Jahrgang 1981 (Band 22), bestehend aus
   a) den Beibänden 5, 10, 11 und 12 (1964-1971)
   b) 12 verschiedenen Einzelnummern aus den Bänden 5-12
   c) Ablichtung von Heft 1, Hefte 2, 3 und 4 sowie Einbanddeckel zu Band 13(1972)
   d) Hefte 1, 2 und 3, Ablichtung von Heft 4 und Einbanddeckel zu Band 14(1973)
   e) letzte vollständige Kollektion der Bände 15-22 (1974-1981), einschließlich der plansprachlichen Knapptextbeilage „Homo kaj Informo", z.T. mit Sammelumschlägen

   zum Gesamtpreis von DM 500,-
2. Komplette Sammlungen der plansprachlichen Knapptextbeilagen „Homo kaj Informo" zum Preis von DM 3,-
3. Komplette Einzeljahrgänge für je DM 32,- der folgenden Bände 15/1974 (Restbestand 5), 17/1976 (8), 18/1977 (6), 19/1978 (8), 20/1979 (8), 21/1980 (7), 22/1981 (4).
4. Einzelhefte zu je DM 5,- der Jahrgänge 1964 - 1981 (unterschiedliche Restbestände zwischen 0 und 17 Stück)
5. Quellensammlung „Kybernetische Pädagogik", Hsg. Meder/Schmid, 5 Bände in Leinen gebunden, mit zahlreichen Nachdrucken aus den Bänden 1 - 13 der GrKG, jeder Band zum reduzierten Preis von nur DM 10,-

Zum jeweiligen Endpreis kommen 7% MWSt, Porto und Verpackungskosten.
Richten Sie Ihre Bestellung an das Institut für Kybernetik, Kleinenberger Weg 16 B, D-4790 Paderborn

Internacia Akademio de la Sciencoj San Marino

Am 24. Mai 1983 ging beim Institut für Kybernetik in Paderborn folgendes Telegramm der sanmarinesischen Deputierten für Volksbildung und Kultur, Dr. Morganti, ein:

I INFORM YOU THAT THE STATE CONGRESS APPROVED THE ACADEMY PROJECT YOURS FAITHFULLY FAUSTA MORGANTI

Der Institutsdirektor, der eine entsprechende Anregung in seiner damaligen Eigenschaft als Vizepräsident des Europaklubs (Gesellschaft für sprachgrenzübergreifende europäische Verständigung, e.V.) für das Ressort „Kulturpolitik" erstmals mit einem Schreiben vom 1981-08-18 nach San Marino vorgelegt hatte und in Anschluß daran zusammen mit dem damaligen Präsidenten des Europaklubs, Prof. Dr. Fabrizio Pennacchietti zweimal zu Beratungen in dieser Angelegenheit in San Marino war, telegraphierte zurück:

NOME DE EŬROPAKLUBO KAJ MIA KIBERNETIKA INSTITUTO MI GRATULAS KAJ DANKAS PRO LA HISTORIA DECIDO DE LA SANMARINA KONGRESO HELMAR FRANK

Mit Datum vom 14. Juni 1983/„1682 d.F.R." schrieb Dr. Carmen Cartegena vom Dicastero Della Pubblica Istruzione e Cultura RSM an den Institutsdirektor:

Monsieur,

Nous avons le plaisir de vous envoyer ci-joint copie de la décision du Congrès d'Etat qui autorise la création de l'Academie Internationale des Sciences.

Veuillez agréer, Monsieur, nos salutations très distinguées.

P. IL DICASTERO - Dott.ssa Carmen Cartagena -

Beigefügt war eine Ablichtung des italienischen Protokollauszugs der Sitzung des Staatskongresses vom 19. Mai 1983 (Delibera N. 58, Pratica N. 3422). Der Text lautet in internationalsprachiger Übersetzung:

Afero: Propono pri starigo de internacia akademio de sciencoj en la kadro de la Istituto di Cibernetica en San Marino - Decido n-o 58 farita ĉe la kunsido de la Congresso di Stato je la 19-a de majo 1983.

La deputito pri kulturo preparas ampleksan raporton rilate la proponon starigi internacian akademion pri sciencoj enkadre de la Istituto di Cibernetica.

La Istituto di Cibernetica fondiĝis je 1965-11-30 per decido n-o 23 kaj konstituiĝis laŭ la leĝo n-o 13 je 1980-02-29.

Ekde tiam evoluiĝis kvalifika laboro en scienca esploro kaj en profesia klerigo en alta teknologio. Tiu ĉi ago ricevis plurajn agnoskojn flanke de universitatoj kaj esploraj institucioj (C.N.R.) kiuj havis fruktodonan kunlaboron.

La kampo de studoj pri Kibernetiko, Informadiko, Telematiko sin etendis al diversaj temoj interdisciplinaj kiel al la Informadiko aplikata (ekz. en la lingvistiko, banka datumprilaboro, biomedicino, komputera didaktiko ktp.).

La demando pri la finfina agnosko ĉiam pliurĝiĝas en ĉi kampo de studo, ne tradicia, kiu ofertas eliro el la krizo detruanta la laboran merkaton.

La politika povo devas havi la kapablon reagi al la tuta riĉo de la sociaj, kulturaj kaj ekonomiaj procedoj ekzistantaj en la mondo, devigante sin kontribui al ties evoluo, al la plibonigo de la produktivaj povoj, al la ŝanĝoj en la kvalito de laboro kaj ties studo, ofertante al ili kvalifika instrumento por solvi la problemojn de nia societo.

Por helpi al fari tion la ofico por publika instruado proponas krei internacian akademion de sciencoj kunligitan kun la Istituto di Cibernetica kiu havu la jenajn ecojn:

1e estante internacia la akademio havu kiel membrojn ne nur esplorantojn enloĝantajn en la Respubliko San-Marino, sed ankaŭ sciencistojn el aliaj ŝtatoj kvalifikitajn sur universitata nivelo kaj konatajn esploristojn kiuj estu kontribuintaj al scienca kunlaboro.

2e La akademio disponigu al registaro de la Respubliko San-Marino laŭpete la specialan konsilon de ĝiaj membroj.

3e Ĝi organizu internaciajn renkontiĝojn unuaŭ plisemajnajn en San-Marino dum la komuna periodo de ferioj de la universitatoj de diversaj landoj. La renkontiĝoj estu okazataj far la membroj de la akademio kaj aliaj sciencistoj laŭbezone invititaj.

4e La akademio preparu projekton doktoriĝan de esploro, utilan unue al la Respubliko San-Marino sed en la spirito de internacia kunlaboro.

5e La oficiala lingvo de la akademio estu la itala, uzante ankaŭ la oficialajn lingvojn de la UNESKO kaj la lingvon internacian (Esperanto).

6e La akademio ekfunkciiĝu ne antaŭ ol la aprobo de la decido de la ŝtata kongreso kaj ĝi tiam havu 6 monatojn da tempo por prepari sian internan regularon por sia funkciado kaj skizon de programo almenaŭ koncerne la kursojn en punktoj 3 kaj 4, kiu dependu de la aprobo de la Deputato pri Publika Inatruado kaj Kulturo kaj de la Ŝtata Kongreso.

Substrekiĝas la graveco kaj la avantaĝoj kiuj entire alportiĝos al la lando far la esploristoj internacie konataj kiuj jam multnombre donis sian apogon.

La Ŝtata Kongreso aprobas la proponon kaj petas de la Deputito por publika instruado procedi laŭ la maniero indikita kaj post ioma tempo prezenti definitivan proponon .

LA ŜTATA SEKRETARIO

(Elitaligis: Yashovardhan)

Erste Vorbereitungssitzung für die Internationale Akademie der Wissenschaften

Frau Dr. Fausta Morganti, Ministerin für Bildung und Kultur der Republik San Marino, empfing am 11. Juli 1983/1682 n.Gr.d.R. in ihrem Amtszimmer Ing. Aureliano Casali, Direktor des Instituts für Kybernetik San Marino, und sechs Mitglieder der Gesellschaft für sprachgrenzübergreifende europäische Verständigung e.V. (Europaklub). Prof. Dr. Frank, Paderborn (D) gab zur Gesprächseröffnung namens der ausländischen Besucher die folgende Erklärung ab, die Prof. Dr. Pennacchietti, Torino (I) satzweise ins Italienische übersetzte (die schriftliche italienische Textfassung wurde der Ministerin anschließend von Prof. Dr. Formizzi, Verona (I) übergeben):

Post la sukcesa propono, fondi Internacian Akademion de la Sciencoj en la Respubliko San-Marino, pro kio ni ĉiuj ĝojas kaj dankas al la ministrino pri Klerigado kaj Kulturo, s-ino d-rino Fausta Morganti, ni kunvenis kaj interkonsiliĝis en RSM de la 9-a ĝis la 11-a de julio 1983/1682 p.f.R.

Partoprenis la interkonsiliĝon

- la direktoro de la instituto pri kibernetiko RSM, inĝ. Aureliano CASALI,
- d-rino Carmen CARTAGENA kiel persona reprezentantino de la ministrino pri klerigado kaj kulturo,

kaj flanke de Eŭropa Klubo

- profesorino Marina MICHELOTTI kiel EK-delegitino de RSM
- prof. d-ro Fabrizio PENNACCHIETTI, eksprezidanto de EK kaj nun vicprezidanto por kulturpolitikaj aferoj,
- prof. d-ro Giordano FORMIZZI kiel prezidanto de la itallingva sekcio de EK
- prof. d-ro Helmar G. FRANK kiel eksprezidanto de EK kaj nuna estro de ties scienca konsilantaro

kaj

- profesorino Serenella TERUZZI, transpreninte la rolon de scienca sekretariino.

Ni submetas la jenajn proponojn al la ministrino:

1e La inaŭguro kaj fakta ekfunkciiĝo de la Akademio okazu en la semajno post kristnasko 1983/1683 p.f.R. per prelegoj, kursoj kaj aliaj sciencaj kaj kulturaj okazontaĵoj. Pro tio, ke ne ekzistas ankoraŭ buĝeto por la Akademio, la organizon transprenu laŭ interkonsento kun la Ministrino pri klerigado kaj kulturo Internacia Subtenanta Asocio fondota laŭ San-Marina leĝo kaj provizore anstataŭota far Eŭropa Klubo pere de ties scienca konsilantaro.

2e Por verki proponojn de statuto de l'Akademio, de regularoj por la ekzamenoj, kaj de laborprogramoj, estu starigota provizora (aŭ fonda) prezidantaro de la Akademio, kiun gvidu la ministrino pri klerigado kaj kulturo. Al ĝi apartenu krome

a) el San-Marino minimume inĝ. CASALI kaj profesorino Marina MICHELOTTI, sed laŭeble ankaŭ pluaj studintaj sanmarinaj civitanoj, kaj

b) minimume la sama nombro de universitataj profesoroj (ni transdonas proponliston).

3e Por oficiale alvoki la membrojn de la provizora prezidantaro ili ricevu alvokleteron, laŭeble en la itala kaj la internacia lingvoj. (Ni transdonas skizon).

4e La provizora prezidantaro laboru laŭ regularo antaŭe aprobata far la ministrino. (Proponon ni transdonas.)

5e Por ke la unua kandidato povu prezentiĝi laŭ-regulare jam fine de decembro, estu alvokataj unuaj universitataj profesoroj kiel honoroficaj profesoroj de la Akademio laŭ unu el la jenaj formoj:

a) aŭ jam definitive, senrigarde la estontan regularon;

b) aŭ nur kiel fondmembroj dum limigita tempo;

c) aŭ nur kiel komitatanoj necesaj por prijuĝi la koncernan kandidaton. (Ni transdonas proponliston por la kazoj a kaj b.)

6e Ni proponas, ke la diversaj organizaĵoj de la Internacia Esperanto-Movado (precipe UEA, SAT kaj ICNEM) estu informataj pri la ekesto de la Akademio kaj invitotaj ĉeesti la inaŭguron. (Ni transdonas skizon.)

Während der anschließenden Aussprache wurde der Ausdruck „Gründungsausschuß" statt „Vorläufiges Präsidium" bevorzugt. Hinsichtlich der Arbeitssprachen des Gründungsausschusses boten sich zwei Möglichkeiten an:

- entweder Italienisch und ILo (Vorschlag der ausländischen Gesprächsteilnehmer)
- oder - nach dem im Rahmen der Association Internationale de Cybernétique, Namur (B) diskutierten und z.T. schon angewandten Modell - Englisch, Französich und ILo (Vorschlag von Ing. Casali).

Als Vorstandsmitglieder der Association Internationale de Cybernétique erklärten sich die Professoren Frank und Pennacchietti auch mit dem Vorschlag Casali einverstanden, der sogar den Vorteil habe, daß (zumindest nach wenigen Wochen) von jedem Ausschußmitglied die Ausdrucksfähigkeit in wenigstens einer dieser drei Sprachen und das Verständnis der beiden anderen erwartet werden könne, so daß keine Übersetzungen nötig wären. Die Entscheidung wird die Ministerin treffen. Übereinstimmung wurde darüber erzielt, daß das erste Verfahren zur Aufnahme in das Kollegium der Akademie (entsprechend dem Habilitationsverfahren z.B. in Deutschland) möglichst schon während der Eröffnungstage nach Weihnachten 1983/1683 n. Gr. d. R. erfolgen soll. Bis Oktober sollen die Entwürfe für die Statuten und für drei Qualifikationsordnungen erarbeitet werden, damit die Ministerin vor dem 19. November die Vorlage für den Staatskongreß einreichen kann. Die vier Textvorschläge sollen einvernehmlich von Ing. Casali - federführend für die inländischen Mitglieder des Gründungsausschusses - und Prof. Dr. Frank zusammen mit den ausländischen Mitgliedern erarbeitet werden. Der Gründungsausschuß wird im Oktober unter dem Vorsitz von Frau Dr. Morganti in San Marino die Vorlagen abschließend beraten.

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang (ca. 36.000 Anschläge) können in der Regel nicht angenommen werden; bevorzugt werden Beiträge von maximal 8 Druckseiten Länge. Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 1982 regelmäßig auch Artikel in den drei Kongreßsprachen der Association Internationale de Cybernétique, also in Englisch, Französisch und Internacia Lingvo. Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen - verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a", „b" usf.. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden nach dem Titel vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. - Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem Zusatz „a" etc.) zitiert werden. – Bilder (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) einschl. Tabellen sind als „Bild 1" usf. zu numerieren und nur so zu erwähnen, nicht durch Wendungen wie „vgl. folgendes (nebenstehendes) Bild". – Bei Formeln sind die Variablen und die richtige Stellung kleiner Zusatzzeichen (z.B. Indices) zu kennzeichnen.
Ein Knapptext (500 - 1.500 Anschläge einschl. Titelübersetzung) ist in mindestens einer der drei anderen Sprachen der GrKG/Humankybernetik beizufügen.
Im Interesse erträglicher Redaktions- und Produktionskosten bei Wahrung einer guten typographischen und stilistischen Qualität ist von Fußnoten, unnötigen Wiederholungen von Variablensymbolen und übermäßig vielen oder typographisch unnötig komplizierten Formeln (soweit sie nicht als druckfertige Bilder geliefert werden) abzusehen, und die englische oder französische Sprache für Originalarbeiten in der Regel nur von „native speakers" dieser Sprachen zu benutzen.

*

Direktivoj por la pretigo de manuskriptoj

Artikoloj, kies amplekso superas 12 prespaĝojn (ĉ. 36.000 tajpsignojn) normale ne estas akceptataj; preferataj estas artikoloj maksimume 8 prespaĝojn ampleksaj. Krom germanlingvaj tekstoj aperadas de 1982 ankaŭ artikoloj en la tri kongreslingvoj de l'Association Internationale de Cybernétique, t.e. en la angla, franca kaj Internacia lingvoj.
La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo, en kazo de samjareco aldoninte „a", „b" ktp.. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De disaj publikaĵoj estu - poste - indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo), la loko kaj jaro de la apero, kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. – En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a" ktp.). – Bildojn (laŭeble presprete aldonendajn!) inkl. tabelojn bv. numeri per „bildo 1" ktp. kaj mencii ilin nur tiel, neniam per teksteroj kiel „vd. la jenan (apudan) bildon". – En formuloj bv. indiki la variablojn kaj la ĝustan pozicion de etliteraj aldonsignoj (ekz. indicoj).
Bv. aldoni resumon (500 -1.500 tajpsignojn inkluzive tradukon de la titolo) en unu el la tri aliaj lingvoj de GrKG/Humankybernetik.
Por ke la kostoj de la redaktado kaj produktado restu raciaj kaj tamen la revuo grafike kaj stile bonkvalita, piednotoj, nenecesaj ripetoj de simboloj por variabloj kaj tro abundaj, tipografie nenecese komplikaj formuloj (se ne temas pri prespretaj bildoj) estas evitendaj, kaj artikoloj en la angla aŭ franca lingvoj normale verkendaj de denaskaj parolantoj de tiuj ĉi lingvoj.

*

Regulations concerning the preparation of manuscripts

Articles occupying more than 12 printed pages (ca. 36,000 type-strokes) will not normally be accepted; a maximum of 8 printed pages is preferable. From 1982 onwards articles in the three working-languages of the Association Internationale de Cybernétique, namely English, French and Internacia Lingvo will appear in addition to those in German. Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b", etc. Given names of authors, (abbreviated if necessary, should be indicated. Works by a single author should be named along with place and year of publication and publisher if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. – Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). – Illustrations (fit for printing if possible) should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. They should be referred to as such in the text and not as, say, "the following figure". – Any variables or indices occuring in mathematical formulae should be properly indicated as such.
A resumee (500 – 1,500 type-strokes including translation of title) in at least one of the other languages of publication should also be submitted.
To keep editing and printing costs at a tolerable level while maintaining a suitable typographic quality, we request you to avoid footnotes, unnecessary repetition of variable-symbols or typographically complicated formulae (these may of course be submitted in a state suitable for printing). Non-native-speakers of English or French should, as far as possible, avoid submitting contributions in these two languages.

*

Forme des manuscrits

D'une manière générale les manuscrits comportant plus de 12 pages imprimées ne peuvent être acceptés. Les références littéraires doivent faire l'objet d'une bibliographie alphabétique en fin d'article. Plusieurs oeuvres du même auteur peuvent être énumerées par ordre chronologique. Le prénom de chaque auteur doit être mentionné, au moins en abrégé. Indiquez le titre, le lieu et l'année de publication, et, si possible, l'éditeur des livres, ou, en cas d'articles de revue, le nom de la revue, le titre, les pages (p. ex. p. 317-324) et l'année dans cet ordre. On peut mentionner le titre des articles ayant fait l'objet de publications. Les publications d'un auteur parues la même année feront l'objet d'une classification (telle que a, b etc.). On citera dans le texte le nom de l'auteur, suivi de l'année de l'édition (éventuellement complété par "a" etc.). Evitez les notes en bas de pages.